ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

Année 1892-1893. *N° 2.*

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE HISTOLOGIQUE DES ZINGIBÉRACÉES

THÈSE

Pour l'obtention du Diplôme de Pharmacien de 1re Classe

PRÉSENTÉE & SOUTENUE LE MARS 1893

PAR

BARTHELAT (Gilbert-Joseph)

NÉ A CUSSET (ALLIER), LE 9 NOVEMBRE 1868

Interne des Asiles de la Seine

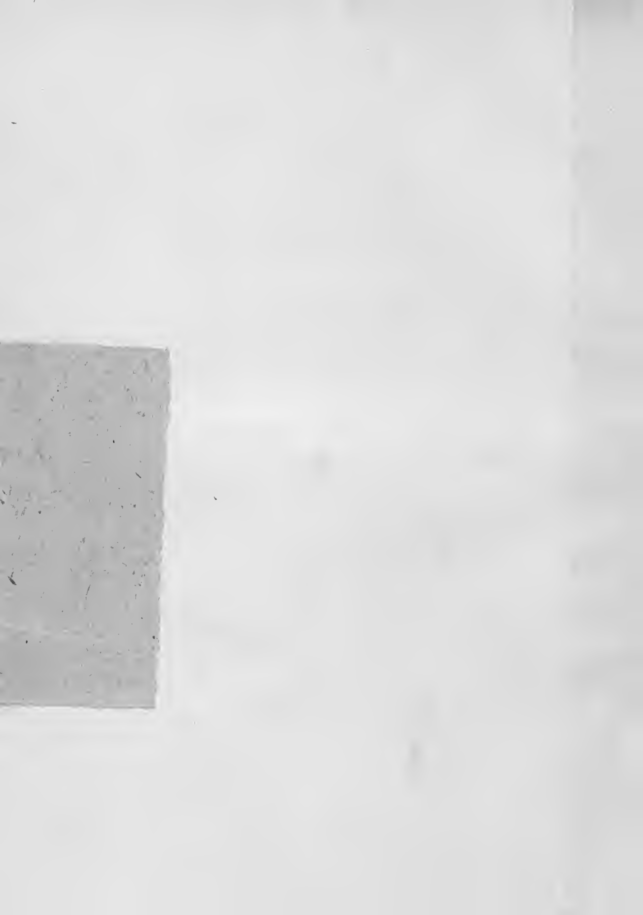
Lauréat de l'École Supérieure de Pharmacie de Paris
PRIX MENIER — 1892.

Lauréat de l'École de Médecine et de Pharmacie de Clermont-Ferrand,
PRIX NIVET — 188°

JURY
MM. PLANCHON, Président.
GUIGNARD, Professeur.
BEAUREGARD, Agrégé.

LONS-LE-SAUNIER
IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE LUCIEN DECLUME

1893



ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

Année 1892-1893. — *N° 2.*

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE HISTOLOGIQUE

DES

ZINGIBÉRACÉES

THÈSE

Pour l'obtention du Diplôme de Pharmacien de 1re Classe

PRÉSENTÉE & SOUTENUE LE MARS 1893

PAR

BARTHELAT (Gilbert-Joseph)

NÉ A CUSSET (ALLIER), LE 9 NOVEMBRE 1868

Interne des Asiles de la Seine

Lauréat de l'École Supérieure de Pharmacie de Paris, PRIX MENIER — 1892.

Lauréat de l'École de Médecine et de Pharmacie de Clermont-Ferrand, PRIX NIVET — 1889.

JURY { MM. PLANCHON, Président.
GUIGNARD, Professeur.
BEAUREGARD, Agrégé.

LONS-LE-SAUNIER

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE LUCIEN DECLUME

1893

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE
DE PARIS

ADMINISTRATION

MM. G. Planchon, Directeur, ✻, ✿ I.
A. Milne-Edwards, Assesseur, Memb. de l'Instit., O ✿, ✻ I.
E. Madoulé, Secrétaire, ✿ I.

PROFESSEURS

MM. A. Milne-Edwards, membre de l'Institut, O ✻, ✿ I . . .	Zoologie.
Planchon, ✻, ✿ I.	Matière médicale.
Riche, O ✻, ✿ I.	Chimie minérale.
Jungfleisch, ✻, ✿ I.	Chimie organique.
Le Roux, ✻, ✿ I.	Physique.
Bourgoin, O ✻, ✿ I..	Pharmacie galénique.
Bouchardat, ✿ I.	Hydrologie et Minéralogie
Marchand, ✿ I.	Cryptogamie.
Prunier, ✿ I..	Pharmacie chimique.
Moissan, m. de l'Inst., ✻, ✿ I.	Toxicologie.
Guignard, ✿ I.	Botanique
Villiers-Moriamé, ✿ A, *Agrégé chargé de cours*	Chimie analytique *(Cours complémentaire).*

Directeur et professeur honoraire :
M. Chatin, Membre de l'Institut, O ✻, ✿ I.

Professeur honoraire :
M. Berthelot, Membre de l'Institut, G. O ✻, ✿ I.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. Beauregard, ✿ I.
Villiers-Moriamé, ✿ A.
Leidié, ✿ A.
Gautier.

MM. Bouvier, ✿ A.
Bourquelot, ✿ A.
Béhal.

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. Ouvrard : 1re année.	Chimie.
Lextreit, ✿ A : 2e année	Chimie.
Radais : 3e année	Micrographie.
Quesneville, ✿ A : 2e année. . . .	Physique.

Bibliothécaire : M. Dorveaux, ✿ A.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MA MÈRE

MEIS & AMICIS

A MON MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR GUIGNARD,

Professeur à l'École Supérieure de Pharmacie.

Hommage de respectueuse reconnaissance.

A MONSIEUR LE DOCTEUR-SÉNATEUR CORNIL.

Professeur à la Faculté de Médecine.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR PLANCHON,

Directeur de l'École Supérieure de Pharmacie.

A MONSIEUR LE DOCTEUR QUESNEVILLE

Pharmacien en Chef des Asiles de la Seine,

Professeur Agrégé à l'École Supérieure de Pharmacie

A MONSIEUR LE PROFESSEUR ROCHER,

Professeur à l'École de Médecine et de Pharmacie
de Clermont-Ferrand.

A MONSIEUR L. PERRIER,

Mon Premier Maître en Pharmacie.

A MONSIEUR RÉQUIER,

Pharmacien en Chef de l'Hospice de Villejuif.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE HISTOLOGIQUE

DES

ZINGIBÉRACÉES



INTRODUCTION

La Famille des Zingibéracées est une des plus remarquables du groupe des Monocotylédones, tant par sa fleur zygomorphe, que par les différents produits qu'elle fournit à la matière médicale, lesquels au moyen-âge étaient compris au nombre des épices.

En raison de cette importance, l'étude de cette Famille fut proposée cette année comme sujet de dissertation pour le prix Menier. Nous avions déposé, en vue de ce concours, un long Mémoire dans lequel étaient résumés tous les documents parus jusqu'à ce jour. Nous divisions cette étude en trois parties : Botanique, Matière Médicale, Chimie et Pharmacie.

Sans vouloir reproduire toutes les parties de ce mémoire, et nous plaçant à un but plus restreint, nous nous proposons simplement de rapporter ici le résultat des recherches micrographiques qui ont été faites afin de compléter notre travail.

L'Anatomie des zingibéracées n'avait été étudiée

que d'une façon très incomplète, ainsi qu'on peut le constater par l'aperçu historique qui précède notre deuxième partie. Leur tissu sécréteur en particulier auquel elles doivent leurs propriétés médicinales, avait été presque négligé par les auteurs qui s'étaient occupés de ce sujet ; aussi nous a-t-il paru intéressant de faire de cette Etude le sujet de notre thèse qui comprendra trois parties :

I.— Caractères Botaniques et Classification.
II.— Structure histologique.
III.— Etude du Tissu sécréteur.

Dans la première partie, nous donnerons, d'après les auteurs actuels, d'abord un résumé des caractères botaniques, puis la division de la famille en genres et la distribution géographique de ces derniers.

La deuxième partie comprendra l'anatomie des différents organes, mais surtout celle du Rhizome qui est pour nous la partie la plus importante de ces végétaux.

La troisième partie enfin sera consacrée à l'étude du Tissu sécréteur qui se compose de cellules à huile essentielle et de cellules tannifères.

Nous insisterons spécialement sur la constitution des membranes propres de ces cellules, et nous essaierons d'établir leur localisation en employant les réactifs spéciaux usités aujourd'hui dans la technique histologique.

Ce modeste travail a été fait au laboratoire de Monsieur le Professeur Guignard ; que ce Maître veuille bien nous permettre de lui témoigner à

nouveau notre profonde gratitude, pour les bienveillants conseils qu'il nous a toujours donnés, et pour l'intérêt constant qu'il n'a cessé de nous porter pendant le cours de nos études.

Nous remercions également Monsieur le Professeur Planchon, pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant la présidence de notre thèse. Nous n'oublierons jamais qu'il a appliqué l'un des premiers l'étude des caractères anatomiques à la différenciation des Drogues simples.

Adressons enfin nos sincères remerciements à notre ami A. Gaillard et à tous ceux qui nous ont assisté dans l'accomplissement de notre tâche.

La plus grande partie des échantillons qui nous ont servi pour ce travail, provient des serres de l'Ecole de Pharmacie et du Museum ; quelques-uns sont dûs à l'obligeance de notre ami Artières, qui nous les a fait expédier de la Martinique ; quelques autres ont été mis gracieusement à notre disposition par M. Trabut, directeur du jardin botanique d'Alger.

PREMIÈRE PARTIE

CARACTÈRES BOTANIQUES — CLASSIFICATION

La famille des Zingibéracées, longtemps étudiée comme une famille distincte, est rattachée par les botanistes actuels à la classe des Scitaminées.

Les Scitaminées appartiennent elles-mêmes aux Monocotylédones Périgynes, de l'ordre des Albuminées ou Iridinées. Elles comprennent trois familles qui se différencient l'une de l'autre par les caractères suivants :

1° *Musées.* — Cinq étamines fertiles.
Un albumen amylacé ; pas de Périsperme.
2° *Zingibéracées.* — Une étamine fertile.
Pas d'albumen ; un Périsperme corné.
3° *Marantacées.* — Une demi étamine fertile.
Pas d'albumen ; un Périsperme corné.

Cette division fondée sur le nombre des pièces de l'androcée nous montre qu'il existe un rapport intime entre les Zingibéracées et les Marantacées ; aussi Jussieu les avait-il réunies sous un même nom, celui d'Amomacées. Quelques auteurs, eu égard au nombre des ovules, ont même scindé les Marantacées en deux groupes : les Marantées uni-ovulées, et les Cannées pluri-ovulées (Bentham et Hooker).

Nous nous en tiendrons à la classification ci-dessus, admise par M. Van Thiegem, et nous étudierons les Zingibéracées en laissant de côté les groupes voisins qui s'en séparent, d'ailleurs naturellement, tant par leurs caractères botaniques que par leurs propriétés médicinales.

CHAPITRE PREMIER.

Caractères botaniques.

§ I. — Caractères floraux.

Les fleurs sont irrégulières, hermaphrodites ou rarement unisexuées. Elles sont en grappes ou en épis terminaux, quelquefois simples (*Renealmia*), le plus souvent composés de cymes unipares héliçoïdes. Cette inflorescence termine généralement un axe aphylle, ou scape florale s'élevant directement du rhizome ; dans quelques cas seulement elle termine un axe foliaire. Chacune des fleurs est toujours isolée à l'aisselle d'une bractée qui présente par rapport à ses voisines, la disposition, soit distique, soit en spirale.

Dans un certain nombre d'espèces, l'anthèse est antérieure à l'apparition des organes végétatifs ; ainsi chez plusieurs *Amomum* et *Kæmpferia*, l'inflorescence est fanée depuis longtemps lorsque les feuilles apparaissent.

Chacune des fleurs présente l'organisation suivante :

Le Périanthe est double : le calice est gamosépale ; tubulaire à la partie inférieure, il est tridenté sur les bords ; dans quelques cas même, il présente l'apparence d'une spathe.

La corolle gamopétale se termine par trois lobes égaux ou subégaux qui alternent avec les divisions du calice ; l'un d'eux, le postérieur opposé à l'axe floral, couvre généralement les

deux antérieurs ; on a donné le nom de *résupinées* aux fleurs qui présentent cette disposition particulière.

L'*Androcée* est normalement trimère, disposé sur deux rangs, mais très irrégulier. Il présente : 1° un *labelle* ou *synème* qui entoure une étamine fertile et qui est placé entre les deux lobes antérieurs de la corolle ; il constitue souvent la plus grande feuille de la fleur ; chez le *Costus*, par exemple, il est très large et présente l'apparence d'une fleur radiée ; dans un très petit nombre de cas, il est au contraire peu développé (*Hedychium Horsfieldii*) ou même rudimentaire (*Rynchantus*).

2° En face de ce labelle, se place l'étamine fertile qui correspond au lobe postérieur de la corolle ; elle est biloculaire, introrse à déhiscence longitudinale et ses dimensions sont très diverses. Les deux loges de cette étamine sont toujours séparées par un connectif pouvant porter selon les genres, des appendices au-dessus ou au-dessous de l'anthère.

Les autres pièces de l'Androcée sont représentées par autant de *staminodes latéraux*, variables quant à la forme et qui servent dans la classification des espèces.

Le *Gynécée* est toujours composé de trois carpelles, excepté toutefois dans quelques cas douteux (*Tapeinochilus*). Ces carpelles sont toujours épisépales et leur ensemble constitue un ovaire triloculaire, plus rarement uni-loculaire (*Globba*), surmonté par un style simple; celui-ci se termine enfin par un stigmate globuleux ou oblong, souvent oblique, cilié ou glabre. On rencontre quelquefois à sa base, deux *styllodes* ou *glandes septales* qui sont libres ou connées entre elles. Chaque loge ovarienne renferme deux rangées d'ovules anatropes ou hémitropes,qui ont deux téguments comme toutes les Scitaminées,

Le *Fruit*, inconnu dans le plus grand nombre des genres,est tantôt nu, tantôt recouvert par les bractées. La capsule à déhiscence loculicide est la forme la plus commune *(Roscœa*, *Costus*, *Hedychium*) ; elle peut être ronde ou globuleuse allongée; sa

paroi est coriace ou mince et membraneuse (*Globba*) ; dans quelques espèces seulement, le fruit est bacciforme et indéhiscent (*Elettaria*, *Amomum*); le péricarpe est toujours lisse.

Les *graines*, d'ailleurs, peu nombreuses, sont arrondies, coniques ou anguleuses, et présentent à l'endocarpe leur surface ronde; leur testa est brillant, rarement rugueux. D'après O. Petersen, elles sont constituées par un périsperme blanc, farineux, renfermant en son milieu un endosperme qui protège lui-même un embryon droit et cylindrique.

L'*Organographie* des fleurs que nous décrivons a été l'objet de nombreuses recherches eu égard à la constitution de l'androcée. Lestiboudois, le premier, préconisa l'existence de deux verticilles trimères, complets ou incomplets représentés par le labelle, les staminodes latéraux et l'étamine fertile. Cette opinion vérifiée plus tard par les observations de A. Gris et Fr. Muller, a été admise par Kœrnick, Van Hall et plus récemment par MM. Eichler et Van Thiegem. Le diagramme floral peut alors être représenté par la formule suivante :

$$3S + 3P + 3\varepsilon + (2\varepsilon + E) + 3C$$

Pour Payer et M. Baillon, il n'y aurait au contraire qu'un seul verticille de trois étamines, les staminodes représentant dans ce cas des organes glandiformes. La formule ci-dessus deviendrait donc :

$$3S + 3P + (2\varepsilon + E) + 3C$$

Ajoutons que cette manière de voir n'a trouvé que fort peu d'adhérents. Citons enfin la conception émise par Brown, qui a rattaché les deux glandes septales à l'étamine fertile afin de constituer un cercle staminal interne, le labelle et les staminodes latéraux formant alors le cercle externe. Cette théorie a été abandonnée, d'ailleurs, à la suite des travaux de Payer et de M. Van Thiegem sur l'organogénie de la fleur.

§ II. — Caractères végétatifs.

Les Zingibéracées sont des plantes herbacées, ordinairement vivaces, et pourvues de rhizomes allongés ou tubéreux munis de nombreuses racines.

Les feuilles sont distiques et forment de très longues gaines qui se prolongent en une ligule, dont la couleur diffère le plus souvent de celle du limbe. Celui-ci est généralement large, entier, à nervation penninervée, mais sa forme est variable ; la préfoliation est cochléaire. Les tiges aériennes rudimentaires dans le plus grand nombre des cas, sont prolongées en apparence par les gaines foliaires emboitées; elles peuvent cependant s'élever jusqu'à 4 ou 5 mètres de hauteur (*Alpinia*).

Les racines sont charnues, filiforme ou fusiforme (*Globba, Mantisia*) ou encore allongées et terminées par un gros tubercule (*Curcuma*).

Les *Globba* présentent une anomalie qu'il est utile de signaler : leur inflorescence porte en effet des *bulbilles* dont le développement a été étudié par Eichler. Elles sont toujours placées à l'aisselle des bractées inférieures et leur longueur est de 6^{mm} environ; la masse principale possède la structure d'une racine ; aussi les a-t-on rapprochées des organes analogues que l'on trouve chez le *Ficaria ranunculoïdes* et des tubercules des *Ophrydées*.

CHAPITRE II.

Classification des Genres. — Géographie Botanique.

La division des Zingibéracées en genres nettement définis présentait une certaine difficulté, eu égard à la structure du

fruit qui est inconnu chez un grand nombre de ces plantes et à l'irrégularité complète de la fleur. Aussi les premières classifications établies furent-elles essentiellement artificielles; parmi celles-ci nous citerons celle que Roscœ publia en 1807 : elle reposait exclusivement sur la forme et le nombre des différents appendices que présente l'anthère. Ce n'est qu'en 1840 que Lestiboudois fit connaître une classification plus naturelle fondée à la fois sur les caractères du labelle, des staminodes et de l'anthère. Cette classification, modifiée en 1862 par Horaninow, a servi de base à celle donnée par Bentham et Hooker.

Nous reproduisons ci-après la division établie par O. Petersen (1) qui résume aussi fidèlement que possible l'état actuel de la question. Les genres y sont groupés en trois sections d'après la forme de l'ovaire, la présence ou l'absence de staminodes latéraux.

I. Section des Hedychiées.

Ovaire triloculaire. — Staminodes latéraux largement développés.

A. — Le Connectif présente un appendice éperonné à sa base.
- *a.* — Les staminodes latéraux sont complètement libres.
  - α. — L'inflorescence est condensée. Ovaire oblong .... 1. **Roscœa.**
  - β. — L'inflorescence est allongée en épi. Ovaire sphérique....... 2. **Cautlea.**
- *b.* — Les staminodes latéraux sont connés à l'étamine .... 3. **Curcuma.**

B. — Le connectif est dépourvu d'appendices à la base.
- *a.* — Le connectif porte un appendice au sommet.

(1) Engler et Prantl : Die natürlichen Pflanzenfamilien. Liv. 21.

α. — Connectif large.............. 4. **Hitchenia.**
β. — Connectif très étroit (excepté *H. Villosum*)............ 5. **Hedychium.**
b. — Le connectif est sans appendice au sommet.
α. — Le labelle est en forme de carène. 6. **Kaempferia.**
β. — Le labelle ne présente pas cette forme.................... 7. **Gastrochilus.**

II. Section des Zingibérées.

Ovaire triloculaire (biloculaire dans le Tapeinochilus). — Staminodes latéraux liniformes, dentiformes ou manquant totalement.

A. — L'inflorescence naît au sommet d'une tige foliacée (excepté dans le *Costus maculatus* de Roscœ, le *Costus globosus* de Blume, et l'*Alpinia Pumila* de Hooker).
a. — Ovaire biloculaire.............. 8. **Tapeinochilus.**
b. — Ovaire triloculaire.
I. — Les staminodes latéraux manquent.
α. — Le connectif est pourvu d'un appendice foliacé.
1. Le labelle est large et très grand 9. **Costus.**
2. Le labelle est étroit et court.. 10. **Burbidgea.**
β. — Le connectif est dépourvu d'appendice.
1. Le labelle est petit, dentiforme. 11. **Rynchantus.**
2. Le labelle est plus long que la corolle.................. 12. **Leptosolena.**
II. — Les staminodes latéraux existent

ou manquent ; calice à tube large ; corolle à tube court dont la dent postérieure est la plus développée ; le labelle est plus long que la corolle, il porte un petit appendice qui peut manquer......... 13. **Alpinia.**

III. — Les staminodes latéraux existent toujours.

α. — Ils sont inégaux ou réduits à un seul............ .... 14. **Riedelia.**

β. — Ils sont égaux. Le labelle est évasé ; la dent postérieure de la corolle est la plus étroite 15. **Strobidia.**

B — L'inflorescence termine une tige foliacée, ou bien elle est placée latéralement sur cette tige, ou sur une hampe garnie de feuilles écailleuses.

a. — Le connectif est très étroit, plus court que les loges de l'anthère tant à la partie supérieure qu'à la partie inférieure ; il est sans appendices. — Labelle un peu évasé.................... 16. **Renealmia.**

b. — Le connectif porte un appendice allongé, pointu ou liniforme, presque corné.............. 17. **Zingiber.**

C. — Inflorescence portée par un axe différent de l'axe foliacé.

a. — Les staminodes latéraux manquent. Le tube de la corolle est rétréci à la base en forme de tige..... 18. **Cyphostigma.**

b. — Les staminodes latéraux existent ; corolle ample.

α. — Les loges de l'anthère s'écartent vers le haut ; le connectif fait saillie au sommet, mais n'est jamais corné comme chez le Zingiber .... 19. **Amomum.**

β. — Les loges de l'anthère sont rapprochées dans toute leur longueur ; le connectif est très étroit et non saillant ; le labelle est étalé, faiblement trilobé .... 20. **Elettaria.**

III. Section des Globbées.

Ovaire uniloculaire avec trois placentas pariétaux. — Il existe des staminodes latéraux.

A. — Inflorescence terminale sur une tige foliaire.

a. — Aucun appendice au connectif ; labelle émarginé .... 21. **Globba.**

b. — Connectif avec un petit appendice ; labelle trilobé............... 22. **Guillainia.**

B. — Inflorescence sur une tige munie de feuilles écailleuses.

a. — Staminodes latéraux larges, ressemblant aux lobes de la corolle.... 23. **Hemiorchis.**

b. — Staminodes latéraux longs et liniformes, connés à la base de l'étamine .... 24. **Mantisia.**

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

Les espèces décrites dans la famille de Zingibéracées sont au nombre de 280 environ ; elles constituent 24 genres presque

tous tropicaux. Elles habitent les forêts humides et marécageuses de l'ancien monde ; quelques-unes seulement sont représentées en Amérique.

Leur centre de végétation est presque limité aux Indes Orientales et aux Iles Malaises où de nombreux genres croissent exclusivement ; parmi ceux-ci nous citerons les suivants qui tous, excepté les *Globba*, sont peu riches en espèces : *Roscœa*, *Mantisia*, *Globba*, *Hemiorchis*, *Cautlea*, *Gastrochilus*, *Hitchenia*, *Cyphostigma*, *Elettaria*, *Burbidgea*, *Rynchanthus*, *Strobidia* et *Riedelia*. Quant aux autres, de beaucoup les plus importants, ils sont assez répandus : les *Hedychium* végètent dans toute l'Asie tropicale; les *Kœmpferia* en Asie et en Afrique ; le *Zingiber* aux Indes Orientales, en Chine, au Japon et aux Iles du Pacifique ; les *Alpinia* en Asie et en Australie ; les *Costus* enfin, viennent en outre abondamment en Amérique ; une espèce même le *Renealmia* est d'origine purement américaine.

L'influence de l'altitude ne paraît pas avoir une grande importance. Ainsi le *Zingiber Wightianum* et plusieurs variétés d'*Amomum* croissent à Ceylan jusqu'à 1,300^{m} d'altitude ; Hooker a même trouvé sur l'Himalaya des *Hedychium Gardnerianum* à une hauteur variant de 1,300 à 2,200^{m}.

Quant aux Zingibéracées fossiles, elles sont encore peu connues, et les descriptions de feuilles données par Heer et Watelet sont loin d'être concluantes.

DEUXIÈME PARTIE

STRUCTURE HISTOLOGIQUE DES ZINGIBÉRACÉES

§ 1er. — Historique.

Les Rhizomes des Zingibéracées employés en matière médicale sont les seules parties de ces plantes, dont l'histologie ait été étudiée avec quelques détails.

Dès 1865, Berg figura le premier dans son « Anatomische Atlas » les coupes de ces rhizomes, mais il oublie de représenter le liber d'ailleurs peu connu à cette époque, et il ne fait que mentionner seulement, les cellules sécrétrices dont la présence si générale est une des caractéristiques de la famille

Plus tard, vers 1875, nous trouvons dans les ouvrages de MM. Planchon, Fluckiger et Hanbury, l'exposé des principaux caractères anatomiques des rhizomes officinaux. Il faut arriver cependant à l'année 1881, pour voir paraître un travail d'ensemble dû à M. Meyer. Dans son mémoire, cet auteur après avoir décrit le développement morphologique de ces rhizomes, étudie leur constitution histologique ainsi que leurs cellules sécrétrices. C'est dans la même année que M. Durand présenta sa thèse sur les Gingembres officinaux : après une très longue dissertation sur leurs caractères botaniques et morphologiques, il donne l'anatomie des différents organes du végétal ; mal-

heureusement il ne fournit aucune figure, de sorte que ses conclusions sont peu compréhensibles.

Depuis cette époque, il n'est paru aucun mémoire original relatif aux zingibéracées; nous signalerons toutefois celui que M. Hanausek a publié en 1885, mais il est bien restreint, car il se rapporte exclusivement à l'épiderme *des Galanga*.

Quant au tissu sécréteur, aucun des auteurs précédemment cités n'a cru devoir en faire une étude spéciale; il présente cependant une importance capitale, puisque les zingibéracées doivent leurs propriétés médicinales à sa présence seule. En 1879, M. E. Zaccharias, dans son étude générale sur les « glandes sécrétrices à membranes subérifiées », s'était bien occupé de quelques unes de ces cellules que l'on rencontre chez l'*Hedychium Gardnerianum*; mais si cet auteur s'est efforcé de déterminer la constitution intime de leurs membranes propres, il a complètement négligé leur localisation. Nous espérons que les recherches auxquelles nous nous sommes livrés combleront cette lacune: à cet effet nous avons utilisé les nouveaux réactifs colorants des huiles essentielles. Nous reprendrons également les observations de M. Zaccharias sur les membranes cellulaires en essayant de les appliquer à toutes les zingibéracées.

Quelques-uns des rhizomes des zingibéracés étant assez riches en tannin, lequel entre certainement pour une part dans les propriétés de ces organes, nous avons cru devoir en rechercher la localisation.

Dans l'étude anatomique qui va suivre, nous ferons d'abord avec soin l'anatomie du *Zingiber officinale*, puis comparativement celle des autres espèces présentant quelques particularités, en insistant spécialement sur les genres officinaux.

Il nous a été complètement impossible d'obtenir des Cardamomes frais, aussi avons nous négligé à dessein l'étude de ces fruits dont l'anatomie est donnée dans les traités classiques de matière médicale; il était inutile de la reproduire ici, et nous renvoyons à ces ouvrages pour leur description.

§ 2. — Rhizome.

La structure anatomique que présente un rhizome de *Zingiber officinale* est celle de toutes les monocotylédones. Nous allons donc retrouver ici les grands traits de l'organisation générale de ces végétaux. (Pl. I.)

Si nous observons une coupe transversale de ce rhizome à un faible grossissement, nous remarquerons d'abord sa forme plus ou moins aplatie, puis sa surface grisâtre parsemée de petits points plus foncés représentant les faisceaux libéro-ligneux et enfin de nombreuses taches transparentes qui sont des cellules à huile essentielle. Cette surface paraît divisée en deux parties sensiblement égales, par une ligne plus claire qui sépare nettement l'écorce du cylindre central, et qui est formée par l'endoderme et le péricycle. On remarque aussi la présence abondante de l'amidon dont les grains emplissent tous les parenchymes et masquent complètement tous les détails de la préparation. Il est absolument nécessaire de faire disparaître cette matière amylacée, pour pouvoir examiner la structure intime du rhizome ; on y parvient facilement d'ailleurs en agitant une coupe mince dans l'eau, ou, ce qui est mieux, en acidulant préalablement celle-ci avec quelques gouttes d'acide sulfurique, et portant ensuite à l'ébullition.

Examinée à un plus fort grossissement (Pl. I. — *Fig. 2* et *3*) cette coupe nous montre les éléments suivants que nous allons décrire dans l'ordre où ils se présentent en partant de la couche la plus externe.

Ecorce
- 1° Epiderme.
- 2° Suber.
- 3° Parenchyme cortical.
- 4° Endoderme.

Cylindre central
- 5° Péricycle.
- 6° Tissu conjonctif.
- 7° Faisceaux libéro-ligneux.

Ecorce. — L'*Epiderme* ne se rencontre que dans les rhizomes jeunes ; chez les autres il est toujours exfolié, et la couche externe est alors formée par le Suber seul. Il est constitué par une seule rangée de cellules assez aplaties et sans cuticule. Sa face interne est plus ou moins irrégulière et se moule sur les cellules sous-jacentes.

Au-dessous de cet épiderme,se trouve une couche véritable de *cellules hypodermiques* qui établissent une sorte de transition avec le suber déjà formé. Leurs parois sont minces, et leur forme est toujours irrégulièrement polygonale excepté toutefois dans le voisinage du suber où elle tend à devenir rectangulaire. Elles ne sont jamais en séries radiales.

Sur une coupe longitudinale, ces cellules présentent une disposition analogue, mais elles sont plus allongées dans le sens vertical.

En dedans de la couche hypodermique se trouve *l'assise subéreuse*, formée de 15 à 20 rangées de cellules inégalement rectangulaires, aplaties tangentiellement et disposées en séries radiales. Leurs parois sont minces et sur une coupe longitudinale les rectangles offrent le même aspect sauf leur plus grand diamètre vertical.

Tout cet ensemble de tissus manque complètement dans le Gingembre blanc qui a été préalablement décortiqué.

Le Parenchyme cortical constitue environ la moitié du diamètre total du rhizome; il est formé par des cellules polygonales qui ne laissent entre elles que de rares méats. Celles-ci renferment une quantité considérable de grains d'amidon qui seront décrits plus loin. Cet amidon n'est pas répandu uniformément dans tout le parenchyme : il est assez rare au voisinage du suber et atteint son maximum dans les cellules qui avoisinent l'endoderme ; celui-ci en est d'ailleurs totalement dépourvu. Parmi ces grains d'amidon, on trouve également une quantité variable de petits cristaux isolés d'oxalate de chaux, dont la forme est caractéristique ; nous n'avons jamais trouvé le grou-

pement en mâcles (Pl. I, *fig. 6*). Enfin un certain nombre de ces cellules parenchymateuses ne renferme pas de matière amylacée, celle-ci y est alors remplacée par de l'huile essentielle. Nous signalerons aussi la présence de nombreux faisceaux foliaires, qui sont assez régulièrement placés sur un seul cercle, et qui présentent la même disposition que les faisceaux du cylindre central.

L'Endoderme se différencie nettement des éléments voisins par la transparence de ses cellules qui sont vides de matière amylacée; elles ont une forme hexagonale allongée et leurs dimensions sont relativement petites. On ne rencontre jamais de membranes épaissies.

Cylindre central. — Il est limité extérieurement par *l'assise péricyclique* qui est réduite à une seule couche de cellules aplaties, qui alternent assez régulièrement avec celles de l'endoderme.

Accolés à ce péricycle se trouvent les faisceaux libéro-ligneux, qui plongent au milieu d'un conjonctif abondant formant la majeure partie du cylindre central. Les éléments de ce tissu sont analogues à ceux de l'écorce, mais ils sont plus petits et ils laissent entre eux de nombreux méats plus ou moins larges. Ces méats sont d'autant plus considérables, qu'on les considère sur un point plus rapproché du centre, tandis qu'ils disparaissent complètement à la périphérie du cylindre central, et au voisinage des faisceaux, où les cellules sont alors nettement polygonales, et se mettent en contact par tous les points de leurs surfaces.

Le Parenchyme conjonctif renferme également beaucoup d'amidon, et quelques-unes de ses cellules sont remplies par l'essence déjà signalée dans l'écorce.

Enfin si nous examinons en détail la structure des *faisceaux libéro-ligneux*, chacun d'eux nous présentera la constitution suivante : relativement minces par rapport aux cellules environnantes, ils sont formés d'éléments petits et peu nombreux.

Leur forme est arrondie ou ovoïde et leur plus grand diamètre est toujours radié. Chez une plante jeune, les faisceaux sont constitués uniquement par du liber et du bois. On les met facilement en évidence au moyen d'une double coloration par le vert d'Iode et le carmin aluné : le premier de ces réactifs colore les éléments ligneux ou sclérifiés, le second au contraire se fixe sur le liber et les parenchymes.

Le *liber* est généralement peu abondant dans chaque faisceau : ses cellules présentent la forme typique ; elles sont petites, irrégulièrement polygonales, sans méats et à parois minces. Il est accolé au bois qu'il embrasse partiellement ; dans quelques cas rares il l'entoure même complètement. Sur une coupe longitudinale ses éléments sont rectangulaires, allongés et placés les uns au-dessus des autres.

Le *bois* n'est représenté que par un nombre restreint de vaisseaux en spirale, de trachées et de cellules ligneuses. On ne rencontre que rarement des vaisseaux à parois réticulées, rayées ou ponctuées.

Cette disposition du faisceau est dite collatérale. Il nous est arrivé cependant de rencontrer un certain nombre de faisceaux bi-collatéraux. Cette exception résulte toujours du rapprochement de deux faisceaux voisins primitivement isolés, qui se sont réunis par leur partie ligneuse, les deux libers restant externes.

La structure simple des faisceaux, se complique généralement d'un tissu protecteur. A la pointe du bois plusieurs cellules ne tardent pas en effet à s'épaissir, puis à s'allonger à la manière d'une fibre. On aperçoit facilement sur une coupe transversale leurs parois primitives contre lesquelles se sont fait les dépôts successifs qui ont amenés leur sclérification. Ces cellules sont rarement isolées ; elles se groupent en nombre variable de façon à constituer un arc, dans lequel vient se loger la partie ligneuse du faisceau. Quelquefois une formation analogue prend naissance en regard du liber, mais

elle est toujours postérieure à la première. Dans les faisceaux foliaires, les deux arcs opposés peuvent se réunir et constituer ainsi un anneau complet de sclérenchyme. Examinées sur une coupe longitudinale, ces fibres paraissent très allongées ; quelques-unes sont même divisées en plusieurs sections, par de petites cloisons transversales (Pl. I, *fig.* 7).

Ajoutons que les faisceaux situés contre le péricycle ne présentent jamais cette modification que l'on pourrait appeler secondaire.

Amidon. — Nous avons signalé plusieurs fois déjà la présence constante de l'amidon dans tous les parenchymes. Ces grains sont de dimensions très variables ; ils sont arrondis ou ovoïdes et comprimés à la manière d'un disque : leur forme a été comparée par M. Moeller à celle d'un sac noué ; ils se réunissent souvent en masses irrégulières, mais chacun d'eux conserve sa structure propre. Ils se colorent avec facilité par l'Iode, et l'observation de leurs stries concentriques en est rendue plus visible. Le hile est toujours placé à la périphérie du grain ; on le met en évidence en étudiant à la lumière polarisée une préparation montée dans la glycérine pure (Pl. I, *fig.* 5).

La longueur de ces grains varie de 20 à 30μ environ, leur largeur de 5 à 20μ.

Gingembre blanc. — Cette espèce commerciale est constituée par une variété décortiquée de *Zingiber officinale.* Nous n'insisterons pas sur son histologie, car nous ne pourrions que nous répéter. Il faut noter cependant l'absence complète du suber, et la transformation des grains d'amidon en empoi, sous l'action de l'eau chaude, à laquelle le rhizome a été préalablement soumis.

Nous pouvons maintenant étendre ce qui vient d'être dit, à tous les rhizomes des Zingibéracées, car les différences ne porteront que sur le rapport du cylindre central à la surface totale, ou sur le plus ou moins grand développement des arcs

scléreux propres aux faisceaux ou bien encore sur la disposition des faisceaux foliaires dans le parenchyme cortical.

Les modifications dont il va être question sont en somme peu importantes, quelques-unes d'entre elles pouvant très bien se produire chez une même plante suivant son mode de végétation. Il nous est arrivé, en effet, de constater sur quelques échantillons de Gingembre provenant des serres du Museum une sclérose presque complète du parenchyme central ; chez d'autres, au contraire, cultivés en pleine terre à la Martinique, nous n'avons trouvé aucune trace de slérification.

Rhizomes de Curcuma.

Curcuma longa. — Il se distingue facilement du précédent par sa forme tubéreuse ou oblongue et palmée. Il présente de plus dans tous les parenchymes un assez grand nombre de cellules peu différentes de leurs voisines, mais renfermant une matière colorante jaune : la *Curcumine* (Pl. III, *fig. 12*).

Nous retrouverons ici tous les éléments signalés plus haut pour le *Zingiber*, sauf toutefois le sclérenchyme qui fait toujours défaut.

Le suber est formé par huit ou dix couches de cellules tabulaires, disposées en séries radiales et qui se colorent avec facilité par les réactifs.

Le parenchyme cortical, constitué par des cellules isodiamétriques à parois minces, présente un nombre variable de traces foliaires assez régulièrement disposées sur deux cercles concentriques, les plus grosses étant placées dans le cercle interne. L'Endoderme est également à parois minces ; il ne renferme pas d'amidon.

Le cylindre central qui comprend la moitié environ du diamètre total est limité à la périphérie par plusieurs couches de petites cellules aplaties tangentiellement, et au milieu desquelles plongent les faisceaux libéro-ligneux. Ces faisceaux

deviennent de plus en plus volumineux à mesure qu'ils se rapprochent du centre de la coupe, et c'est en ce milieu qu'ils possèdent leur plus grand développement ; on rencontre fréquemment la disposition bi-collatérale.

Tous les parenchymes sont remplis par une quantité abondante de grains d'amidon, dont la forme est analogue à celle déjà décrite pour le Gingembre ; ils sont cependant plus allongés. Outre les cellules à Curcumine, on rencontre aussi quelques cellules sécrétrices à huile essentielle, mais en proportion moindre.

Le *Curcuma* des Droguiers a un aspect quelque peu différent ; ses cellules renferment des grains d'amidon déformés et n'offrant plus à la lumière polarisée l'aspect caractéristique de l'amidon ; on peut encore facilement les colorer en bleu au moyen de l'iode. Le rhizome tout entier se trouve imprégné de la matière colorante jaune, qui était primitivement localisée dans des cellules spéciales. Cette structure particulière est due à l'action de l'eau bouillante, à laquelle on a soumis le rhizome afin d'activer sa dessication.

Curcuma zedoaria. — Le rhizome du *Curcuma zedoaria* présente la plus grande analogie avec celui du *Curcuma longa*. Comme ce dernier, il ne possède pas d'arcs scléreux au voisinage des faisceaux. Il s'en distingue cependant assez nettement par l'absence complète de matière colorante, et par le nombre plus considérable de ses cellules sécrétrices qui sont aussi grandes que les cellules parenchymateuses voisines (Pl. III, *fig. 13*).

Les grains d'amidon sont toujours entiers puisque la drogue n'a pas été soumise à l'action de l'eau ; leur longueur est de 20µ environ.

Curcuma leuccorhiza. — Ce rhizome est beaucoup plus gros que les précédents dont il diffère au premier examen par l'absence à peu près constante de l'amidon, et par ses cellules sécrétrices à huile essentielle qui sont très rares ; les cel-

lules à curcumine font toujours défaut. Les faisceaux libéro-ligneux sont très petits et tous sans sclérenchyme.

Cette absence de l'amidon dans le rhizome paraît être une exception et nous ne la retrouvons dans aucune autre espèce. Il ne faut pas croire cependant que ce principe manque complètement chez le *Curcuma leuccorhiza*. Nous verrons, en effet, dans l'étude de la racine que c'est dans cet organe que se trouve localisé cet élément de réserve.

Rhizomes de Galanga.

Deux espèces principales fournissent à la matière médicale les rhizomes connus sous le nom de *Galanga* : ce sont l'*Alpinia officinarum* et l'*Alpinia Galanga*.

Le rhizome de l'*Alpinia galanga* (Pl. IV, *fig. 16*) constitue le grand Galanga du commerce ; il est surtout remarquable par son cylindre central d'une couleur plus foncée que la partie corticale, et d'une épaisseur relativement petite par rapport au tissu qui l'entoure ; son rayon n'atteint pas le tiers du rayon total. Ce caractère seul pourrait suffire pour le différencier des autres rhizomes officinaux. Son parenchyme cortical est traversé par un grand nombre de faisceaux foliaires disposés sans ordre et tous protégés par une épaisse gaine scléreuse ; cette formation constante existe aussi autour des faisceaux du cylindre central.

M. Moeller a signalé une sorte d'épaississement irrégulier de la membrane chez ces cellules sclérifiées, tel que le représente la *fig. 19*, Pl. IV. Il nous a été impossible d'observer un épaississement semblable, et nous n'avons jamais vu les canalicules représentés par cet auteur.

L'amidon se trouve en proportions considérables dans tous les parenchymes, mais ici la forme des grains est quelque peu différente de celles que nous avons précédemment décrites. En effet, tandis que les grains du Gingembre et des Curcuma

sont aplatis et discoïdes, ceux du Galanga au contraire sont arrondis et présentent la forme d'une massue. Leur longueur est de 45μ et leur plus grande largeur de 20 à 22μ environ (Pl, IV, *fig 18*).

Le rhizome du petit Galanga des droguiers ou *Alpinia officinarum* nous a montré une structure identique ; ses dimensions sont toutefois beaucoup plus petites. La présence d'une assise subéreuse chez ce rhizome ayant été longuement discutée par les auteurs, entre autres par Hanausek qui a conclu par la négative, il était utile de vérifier ce résultat. Dans ce but, nous avons étudié un grand nombre d'échantillons secs (la plante fraîche nous ayant manquée), et chez tous nous avons caractérisé le suber avec la plus grande facilité, grâce à l'emploi des réactifs colorants.

Il est d'ailleurs aisé d'assister à la formation de ce tissu en observant une jeune plante d'*Alpinia Galanga ;* on constate d'abord comme chez le *Zingiber* que le rhizome possède un épiderme et un hypoderme ; mais ces éléments ne tardent pas s'exfolier à la suite d'une formation de suber et ils ne se rencontrent jamais dans les rhizomes commerciaux. Il y a lieu de supposer que l'*Alpinia officinarum* subit les mêmes transformations.

§ II. — Tige.

Les tiges de *Zingiber officinale* sont courtes ; elles n'apparaissent pas à l'extérieur, car elles sont complètement dissimulées par les gaines foliaires. Leur structure toujours très simple diffère sensiblement de celle des rhizomes déjà connue (Pl II, *fig. 8*).

Chaque coupe transversale est limitée extérieurement par un épiderme formé de petits éléments, et ses deux parties corticales et médullaires, sont séparées par une zone de cellules épaissies qui représentent le péricycle. Ces cellules sont petites,

polygonales, et disposées sur deux ou trois rangées ; on assiste facilement à leur épaisissement en étudiant une jeune tige en voie de développement. Sur une coupe longitudinale, elles paraissent allongées et présentent alors la forme d'une fibre.

La région corticale ne possède qu'un nombre restreint de faisceaux libéro-ligneux constituant deux rangées concentriques ; la plus interne comprend les faisceaux les plus volumineux ; chacun d'eux est toujours entouré par une gaine scléreuse complète.

Cette structure est en tous points comparable à celles des gaines foliaires, chez lesquelles on ne trouve toutefois qu'une seule rangée de faisceaux. L'épiderme inférieur de ces dernières est ici remplacé par l'assise péricyclique. Dans la partie moyenne du parenchyme cortical, se place aussi une mince bande de chlorophylle analogue à celle que nous retrouver plus loin dans l'étude la feuille.

Le cylindre central dont le parenchyme est à membranes minces renferme un nombre plus grand de faisceaux libéro-ligneux. Ils sont disposés moins régulièrement que dans la partie corticale et sont tous protégés par un anneau de sclérenchyme, le plus souvent incomplet.

Nous n'avons observé dans la tige, ni amidon, ni huile essentielle, excepté dans la partie la plus inférieure qui fait suite immédiate au rhizome.

Les diverses tiges que nous avons examinées présentent entre elles des différences peu appréciables. La forme et l'épaississement plus ou moins considérables du péricycle peuvent cependant être caractéristiques d'une espèce ; il en est de même quant à la disposition des faisceaux foliaires dans le parenchyme cortical.

La tige du *Costus villosus* qui est assez développée nous a montré une structure très élégante (Pl. II, fig. 11). Le péricycle, constitué par une assise de deux ou trois cellules épaissies, forme une suite d'arcs de cercles réunis bout à bout. Les

faisceaux foliaires sont tous accolés à ce péricycle : les plus gros occupent la cavité produite par la réunion de deux arcs successifs ; les plus petits au contraire sont placés sur leur partie convexe.

§ III. — Feuille.

Les feuilles du *Gingembre* sont étroites, allongées et aigües aux deux extrémités ; elles sont lisses, glabres, simples et entières. Les nervures sont parallèles entre elles ; saillantes à la face inférieure, elles sont canaliculées sur la face dorsale ; la nervure centrale est de beaucoup la plus importante. Ces feuilles naissent toujours au sommet d'une longue gaine, surmontée au point d'insertion du limbe par une ligule bifide.

L'histologie du limbe nous révèle la présence de tous les éléments que l'on trouve habituellement dans une feuille complète, c'est-à-dire un parenchyme foliaire compris entre deux épidermes (Pl. II, *fig. 10*).

L'épiderme supérieur est formé par une seule couche de cellules rectangulaires presque carrées, qui sont dépourvues de cuticule. Il est plus épais que l'épiderme inférieur, avec lequel il constitue le tiers environ de l'épaisseur totale de la feuille.

Cet épiderme est peu adhérent à la couche sous-jacente ; aussi est-il facile d'en détacher des lambeaux pour l'observation. Il se présente alors sous la forme de cellules hexagonales allongées, disposées en séries parallèles. Le bord de la feuille ne nous a jamais montré d'éléments sclérifiés ; il est constitué uniquement par la réunion des deux épidermes qui s'adossent en même temps que leurs parois s'épaississent et que leurs dimensions deviennent moindres.

Les stomates sont très rares sur la face supérieure, tandis qu'ils sont nombreux, au contraire, à la face inférieure ; ils sont petits par rapport aux cellules voisines. Leur constitution

est normale, et ils sont rangés en séries longitudinales toujours parallèles aux nervures de la feuille.

Le parenchyme foliaire est assez compacte surtout dans la partie centrale ; il ne parait comprendre que du parenchyme lacuneux seul. Les cellules sont plus petites que celles des épidermes ; on trouve en effet deux ou trois cellules parenchymateuses en regard d'une seule cellule épidermique. La partie moyenne renferme seule de la chlorophylle qui se montre sous la forme de grosses granulations peu nombreuses dans chaque cellule.

Il existe aussi dans ce parenchyme un assez grand nombre de faisceaux libéro-ligneux dont la structure est semblable à celle que nous connaissons déjà pour les autres organes. Sur une coupe transversale ils sont allongés et s'étendent quelquefois d'un épiderme à l'autre, formant ainsi un tissu de soutien; la gaine scléreuse y est très développée. La nervure centrale seule comprend plusieurs faisceaux qui sont complètement entourés par le parenchyme chlorophyllien.

Cette structure si simple de la feuille de *Zingiber* est presque générale pour toutes les espèces ; on rencontre toutefois quelques modifications qu'il importe de signaler.

Chez le *Curcuma longa*, la nervure centrale est creusée en forme de gouttière à sa face dorsale. L'épiderme supérieur est constitué par des cellules larges, contre lesquelles vient s'appliquer directement un parenchyme chlorophyllien à petits éléments, qui renferme une grande proportion de cristaux d'oxalate de chaux ; ceux-ci sont aussi nombreux que les grains de chlorophylle. L'épiderme inférieure est formé par des cellules relativement petites ; quelques-unes d'entre elles s'allongent même, donnant ainsi de longs poils unicellulaires que l'on ne trouve jamais à la face supérieure.

Dans d'autres genres, tels que *les Hedychium*, l'épiderme supérieur est, au contraire, peu développé, mais on remarque la présence d'un hypoderme assez épais. Nous verrons plus

loin que cet hypoderme est le siège principal des tannins. (Pl. III, *fig. 15.*)

Les feuilles du *Costus villosus* possèdent deux hypodermes, l'un supérieur, l'autre inférieur dont l'ensemble constitue la moitié de la feuille environ ; ils sont séparés l'un de l'autre par une bande étroite de tissu chlorophyllien. C'est au milieu de ce tissu que plongent les faisceaux libéro-ligneux qui sont ici assez petits. (Pl. III, *fig. 14.*)

Quant aux gaines foliaires du *Zingiber*, il a été dit que leur structure était analogue à celle de la partie corticale de la tige. Il n'existe cependant qu'une seule rangée de faisceaux dont le volume va diminuant de la partie moyenne aux deux extrémités. La chlorophylle s'y trouve localisée en un ruban qui occupe la partie médiane du parenchyme.

Les gaines de *l'Hedychium coronarium* sont caractérisées par la présence de grandes et nombreuses lacunes placées entre les faisceaux ; elles paraissent servir de réservoirs aquifères. Les épidermes sont alors soutenus de distance en distance par des piliers de fibres scléreuses.

La ligule que nous avons signalée est constituée par un prolongement des deux épidermes de la gaine qui, au niveau de la base du limbe, s'appliquent l'un contre l'autre, et continuent à s'accroître en produisant une lame mince, bilobée au sommet.

§ IV. — Racine.

Les racines du *Zingiber officinale* sont petites par rapport au rhizome; leur diamètre atteint à peine un millimètre, tandis que leur longueur peut devenir considérable ; l'extrémité seule reste pourvue de nombreuses et courtes radicelles.

Sur une coupe transversale, elles se montrent divisées en deux parties, l'écorce et le cylindre central, par un endoderme à parois épaissies; ces deux parties sont très inégales, la première étant de beaucoup la plus large. (Pl. II, *fig. 9.*)

Le parenchyme cortical est limité extérieurement par l'assise pilifère formée d'une seule couche de cellules à parois minces; nous n'avons pu constater la présence du suber que dans de rares échantillons. Au-dessous de cette assise, le parenchyme se compose de cellules arrondies disposées sans ordre et séparées par de nombreux méats; sur une coupe longitudinale elles sont plus allongées et paraissent ovoïdes. A mesure qu'elles se rapprochent du centre, ces cellules diminuent de volume, et les quatre ou cinq dernières rangées prennent une disposition très élégante; elles constituent de petits carrés aux angles arrondis, séparés par des méats lozangiques assez régulièrement assemblés ; le dernier rang est adossé à l'endoderme.

L'Endoderme présente une structure typique qui se retrouve dans toute la famille : il comprend une seule rangée de cellules quadrangulaires dont les parois sont toujours plus ou moins épaissies en fer à cheval, la lumière étant tournée en dehors. On peut facilement caractériser cet endoderme au moyen des colorants ordinaires (vert d'iode, vert de methyle, etc.).

Le cylindre central est limité extérieurement par un péricycle simple dont les éléments alternent avec ceux de l'endoderme. Les parois sont minces, et les dimensions relatives de ces cellules dépassent de beaucoup celles de leurs voisines du tissu conjonctif.

Les faisceaux libériens et les faisceaux ligneux sont accolés à ce péricycle ; ils sont séparés par un parenchyme qui constitue toute la partie centrale de la racine. Ce parenchyme est formé par de petites cellules polygonales sans méats, sauf toutefois à la partie interne où les éléments sont plus arrondis ; ces cellules polygonales ont été vues dans quelques cas complètement lignifiées.

Les faisceaux sont toujours nombreux et par suite très proches les uns des autres Ils ne présentent aucune particula-

rité spéciale : le liber est mince; le bois est composé par deux ou trois trachées à l'extérieur, tandis que la partie opposée ne comprend qu'un ou deux gros vaisseaux rayés ou ponctués. Ceux-ci sont le plus souvent isolés par une assise de tissu conjonctif, et ils se trouvent quelquefois placés vis-à-vis du liber voisin ; c'est probablement cette disposition que M. Durand a observée chez le Gingembre et qui lui a fait décrire des faisceaux libéro-ligneux. Les cellules sécrétrices sont localisées dans le parenchyme cortical seul.

Toutes les racines de Zingibéracées que nous avons étudiées présentaient la même structure anatomique. Le cylindre central est toujours petit et plus ou moins lignifié; ses éléments se transforment alors en fibres qui sont très allongées.

La racine du *Curcuma leucorrhiza* nous offre une particularité remarquable ; elle se renfle à son extrémité de façon à constituer une sorte de tubercule. C'est le parenchyme cortical qui augmente surtout de dimensions, et qui se remplit d'une quantité abondante de grains d'amidon. Le cylindre central progresse aussi sensiblement; ses faisceaux s'éloignent les uns des autres, sans augmenter de nombre, ni de volume ; il renferme également de la matière amylacée, mais en grains beaucoup plus petits. C'est cette racine qui fournit aux Indes, une sorte d'arrowroot, connu sous le nom hindoustani de *Tikhar* ou *Tikor*, et que l'on nomme en Europe *Arrowroot des Indes Orientales*. (Pl. IV, *fig. 21*.)

Conclusions.

En résumé cette étude histologique porte surtout sur les rhizomes; elle nous montre que ceux-ci présentent entre eux les plus grandes analogies de structure. Ils sont entourés par une assise subéreuse assez épaisse, sauf de rares exceptions (*Costus*). L'amidon y existe toujours en proportions souvent considérables, et les grains ont une grande ressemblance ; les cellules

sécrétrices s'y trouvent aussi en nombre variable. Les faisceaux libéro-ligneux d'une constitution simple, sont protégés par une gaine scléreuse, quelquefois incomplète, qui manque totalement dans certaines espèces (*Curcuma*).

Les tiges sont caractérisées par leur péricycle plus ou moins sclérifié, qui se compose de deux ou trois assises de petites fibres à parois épaissies, qui forment un cercle complet sans aucune solution de continuité. L'amidon s'y trouve en moins grande quantité que dans le rhizome et on peut même ne pas en rencontrer du tout. Les cellules sécrétrices sont aussi moins nombreuses.

La feuille nous montre un parenchyme homogène irrégulier; il n'y a pas de cellules en palissade. Les nervures sont entourées par un anneau scléreux, généralement très développé aux deux extrémités du faisceau qu'il entoure complètement ; il peut s'étendre jusqu'aux deux épidermes et servir ainsi de tissu de soutien. Les cellules à huile essentielle y sont rares ou manquent totalement.

Les racines peu épaisses ont toujours un cylindre central très petit par rapport à leur surface totale. Le parenchyme qui compose ce dernier se transforme dans un grand nombre de cas, en un tissu de fibres allongées. L'endoderme est assez typique ; il est épaissi et présente souvent l'apparence d'un fer à cheval. Les cellules sécrétrices ne se rencontrent que dans l'écorce seulement.

Dans cette étude nous avons omis les cellules à tannins, car il est impossible de les différencier de leurs voisines sans avoir recours aux réactifs propres à ce principe; leur recherche fera l'objet d'un chapitre spécial.

TROISIÈME PARTIE

ÉTUDE DU TISSU SECRÉTEUR

Nous connaissons déjà l'importance du tissu sécréteur chez les Zingibéracées ; il est constitué uniquement par des cellules spéciales qui renferme soit de l'huile essentielle plus ou moins résinifiée, soit un tannin. L'étude de ces cellules qui forme la troisième partie de notre travail est divisée en trois chapitres : le premier contiendra un aperçu général sur les essences, leurs réactifs spéciaux et les membranes sécrétrices ; dans le second nous traiterons des Tannifères et de leurs réactifs ; le troisième enfin, sera réservé à la localisation de ces différents principes dans les plantes que nous avons étudiées.

CHAPITRE Ier

Cellules sécrétrices à huile essentielle

L'essence contenue dans les cellules spéciales des Zingibéracées n'est pas un corps chimique parfaitement défini ; c'est un mélange d'huiles volatiles tenant en solution une quantité variable d'une résine oxygénée. Chez une plante

jeune, il est quelquefois difficile de distinguer l'essence au microscope sans le secours des réactifs colorants ; mais avec l'âge il se produit une oxydation qui détermine la formation d'une résine dont la couleur jaune-brune augmente de plus en plus.

L'opinion générale est que ces essences sont des produits d'oxydation de certains dérivés du protoplasme (1). Tout porte à croire exacte cette manière de voir : Si on examine, en effet, une jeune cellule de *Zingiber officinale* à un très fort grossissement (800 d. environ), on constate facilement la présence d'un protoplasme finement granuleux, dans lequel prend bientôt naissance un globule réfringent que nous caractériserons comme de l'essence. Cette gouttelette s'accroît rapidement et finit par emplir tout l'espace cellulaire ; sa couleur devient elle-même de plus en plus foncée, car la teinte jaunâtre d'abord, augmente ensuite d'intensité, pour atteindre un maximum quand l'essence toute entière est passée à l'état de résine.

On met d'ailleurs aisément en évidence ces transformations successives de l'essence, par l'emploi des réactifs spéciaux. On observe ainsi tous les intermédiaires entre l'essence pure et celle qui a été entièrement résinifiée ; la première prend une coloration beaucoup plus foncée.

L'étude détaillée des divers organes nous montre qu'il n'existe chez les Zingibéracées aucune localisation spéciale de cette huile volatile. Elle se rencontre presque uniformément dans tous les parenchymes, mais en proportions très variables. Le rhizome est toujours la partie privilégiée ; les organes aériens, au contraire, en renferment peu ; dans quelques espèces, ils en sont même complètement privés.

Mais avant d'exposer la suite de nos recherches, il nous paraît utile de donner quelques notions sur les divers réactifs qui nous ont servi pour l'observation des essences.

(1) Van Thiegen. Traité de botanique, p. 479.

§ I. — Réactifs spéciaux des essences.

Il est souvent impossible de différencier par un simple examen microscopique les cellules sécrétrices du parenchyme environnant. Dans le but de faciliter l'étude de ces cellules, on utilise aujourd'hui dans la pratique histologique un certain nombre de réactifs colorants propres aux huiles essentielles. Parmi ceux-ci, il en est un « *la teinture alcoolique acide d'orcanette* » qui nous a fourni d'excellents résultats. C'est M. le professeur Guignard, qui le premier en a fait usage pour caractériser l'essence de moutarde, dans son travail sur la localisation des principes actifs des Crucifères (1). Il en a donné le mode préparatoire suivant :

« Quand on traite directement l'orcanette par de l'alcool à 50° ou à 60°, ou même à un degré plus élevé, la teinture obtenue se trouble et précipite constamment. On parvient à éviter cet inconvénient de la façon suivante :

On laisse en contact pendant un jour 10 gr. d'orcanette pulvérisée avec 30 cent. cubes d'alcool absolu ; on filtre et on chasse l'alcool à l'étuve. Le résidu est dissout dans 5 cent. cubes d'acide acétique cristallisable, puis additionné de 50 cent. cubes d'alcool à 50° ; on filtre après 24 heures. La teinture obtenue de cette façon se conserve limpide ; elle ne risque pas de dissoudre l'essence dans les conditions où l'on opère ; l'acide acétique qui a paru le seul acide capable de dissoudre la matière colorante de l'orcanette, rend son action plus rapide et plus intense.

Pendant le temps nécessaire à la coloration des coupes, il faut éviter que la teinture ne précipite par suite de l'évaporation de l'alcool ; quand cela arrive, il suffit d'ajouter

(1) L. Guignard. — Recherches sur la localisation des principes actifs des Crucifères. Journal de botanique, 1891.

quelques gouttes de ce liquide pour lui rendre toute sa limpidité ».

Si après un pareil traitement on examine de nouveau au microscope la coupe considérée, on aperçoit les globules d'essences qui se sont colorés en rouge plus ou moins foncé. Il est facile de se convaincre que cette coloration est bien due à l'huile essentielle, car si celle-ci a été préalablement enlevée au moyen d'un dissolvant tel que l'éther ou l'alcool anhydre, le réactif colorant reste alors sans action.

Il faut prendre certaines précautions afin d'éviter toute perte d'essence par une immersion prolongée des échantillons dans de l'alcool fort. Le mieux est de n'employer que des matériaux frais ou conservés dans l'alcool faible à 25°, par exemple ; nous nous sommes assurés par de nombreux essais que ce dernier alcool n'avait aucune influence sensible sur le contenu cellulaire des Zingibéracées.

L'orcanette acétique exerce aussi son pouvoir sur la cuticule et les éléments ligneux, mais la coloration est toujours peu intense et ne gêne aucunement pour l'observation. On peut au besoin en faire usage pour toutes les recherches qui intéressent le tissu sécréteur, car un grand nombre de produits sont colorés par ce réactif : huiles grasses, résines, carbures, etc.

En présence de cette action si générale de l'orcanette, un de nos amis, M. Perrot, a cherché dans un récent travail (1) un colorant plus spécial des essences. Il s'est adressé de préférence aux couleurs d'aniline et parmi celles-ci il a choisi le violet de diméthylaniline ou violet de Paris. Il remarqua que ce composé en solution alcoolique acétique colorait exclusivement le contenu de certaines cellules sécrétrices bien déterminées, tandis qu'il restait sans action sur les autres. A la

(1) E. Perrot. — Contribution à l'étude histologique des Lauracées. Thèse, 1891.

suite de nombreuses expériences, il fut amené à conclure que son réactif auquel les huiles grasses et les carbures d'hydrogène étaient insensibles, s'appliquait au contraire aux seules essences contenant en proportions notables des alcools, des aldéhydes, des éthers, des phénols, c'est-à-dire des principes oxygénés.

Nous avions tout lieu d'espérer, vu la composition de l'essence de Gingembre, qu'il nous serait possible de colorer les éléments sécréteurs qui nous occupent au moyen de ce réactif ; contre notre attente, le violet de Paris ne nous a donné aucune coloration.

Il est bon de signaler ici la manière d'agir de la *safranine*, en solution très étendue dans l'alcool faible Quand on plonge pendant 24 heures environ des coupes dans cette solution, les globules d'essence se colorent en rouge vif tandis que les tissus sont à peine influencés. Il est évident que ce mode opératoire est long et peu pratique, mais il a l'avantage d'être fort sensible. Il faut opérer sur des préparations relativement épaisses.

§. II. — Etude micro-chimique des membranes cellulaires.

C'est à de Bary que l'on doit les premières observations relatives à la constitution intime des membranes propres aux cellules sécrétrices ; il montra que certaines cellules à contenu résineux ne sont pas bleuies par l'action simultanée de l'acide sulfurique et de l'iode, mais simplement colorées en jaune, et, qu'elles ne sont pas détruites par les acides. Précédemment, MM. Vogl et Trécul avaient signalé cette particularité, le premier en étudiant les cellules sécrétrices de plusieurs Convolvulacées, le second en observant les laticifères des Papavéracées ; mais il faut remarquer qu'il s'agissait ici de membranes sécrétrices contenant un suc propre et non une huile essentielle proprement dite.

Nous savons que M. Zaccharias a publié en 1879, un

long mémoire afin de généraliser les remarques faites par les précédents auteurs. A cet effet, il étudia un grand nombre de cellules sécrétrices appartenant à des familles très diverses (Magnoliacées, Zingibéracées, Lauracées,etc.). Parmi les Zingibéracées, il s'adressa à deux plantes riches en huile essentielle : l'*Hedychium gardneriurum* et le *Curcuma zedoaria* ; il observa que les membranes cellulaires se coloraient en jaune brunâtre par l'action du chloroiodure de zinc. En traitant des coupes par la potasse, il sépara même ces membranes en deux lamelles parfaitement distinctes, l'interne qui donnait une coloration bleue avec le réactif précité, l'externe au contraire se colorait légèrement en jaune et était complétement insoluble dans l'acide sulfurique. Les conclusions que M. Zaccharias a tirées de son intéressant travail, sembleraient prouver que la présence de la subérine est constante dans la majeure partie des cellules. M. Meyer, dans ses recherches sur les rhizomes officinaux n'a fait que confirmer les résultats déjà obtenus,en les appliquant aux cellules sécrétrices des Zingibéracées. Il a trouvé cependant quelques exceptions à cette règle générale, car plusieurs échantillons de *Curcuma zedoaria* ne lui ont fourni aucune réaction.

Dans le but de vérifier l'opinion émise par ces différents auteurs, nous nous sommes livrés à quelques manipulations sur les Zingibéracées que nous avions à notre disposition, et en particulier sur le rhizome du *Zingiber,* qui, grâce à ses nombreuses cellules sécrétrices, se prêtait facilement à cette étude. Nous devons dire que nos recherches nous ont montré que la subérification des membranes est loin d'être aussi générale qu'on l'avait supposé jusqu'à ce jour. Il paraît d'ailleurs assez illogique qu'une cellule sécrétrice essentiellement vivante soit, eu égard à sa membrane subérifiée, complètement isolée des parenchymes environnants. Tout porte à croire qu'une cellule qui présenterait une semblable modification perdrait bientôt toute son activité.

Mais rappelons d'abord en quelques mots les caractères micro-chimiques de la subérine : elle est inattaquable par l'acide sulfurique ; elle prend une coloration jaune-brune par le chloroiodure de zinc ou encore par l'action simultanée de l'acide sulfurique faible et de l'eau iodée ; enfin elle fixe avec intensité les couleurs d'aniline (Fuchsine, vert de Méthyle, etc).

L'importance de ces diverses réactions est loin d'être la même : la coloration obtenue au moyen des couleurs d'Aniline, et la manière d'agir de l'acide sulfurique sont de beaucoup les plus précieuses. Le chloro-iodure de zinc est en effet un réactif très instable et les résultats qu'il fournit sont loin d'être exacts.

Nous avons traité en premier lieu des coupes minces de *Zingiber officinale*, par l'acide sulfurique étendu sur une lamelle, et nous avons suivi directement sous le microscope les transformations successives subies par les membranes cellulaires (1). On observe ainsi avec la plus grande facilité, leur dissolution plus ou moins rapide dans le réactif ; au bout d'une heure environ tous les parenchymes ont disparu. On remarque cependant que quelques cellules sont restées presque intactes ; ce sont là des éléments sécréteurs bien caractérisés par leur contenu qui a pris une teinte plus ou moins foncée. Enfin si l'action du réactif se prolonge ou si elle est activée par une légère élévation de température, on s'aperçoit bientôt que ces cellules disparaissent à leur tour, d'autant plus lentement que leur contenu est plus fixe, c'est-à-dire plus riche en matière résineuse.

Nous avons ensuite essayé de colorer ces membranes au moyen de la Fuchsine par le procédé suivant, qui est d'une très grande sensibilité : les préparations sont plongées pendant 20 minutes dans une solution de Fuchsine ammoniacale en léger excès, puis lavées rapidement au moyen de l'alcool absolu,

(1) Nous avons employé une solution à 1/2 seulement, car l'acide pur attaque trop rapidement les tissus.

qui possède la propriété d'enlever toute la matière colorante sauf toutefois celle qui s'est fixée sur la subérine. Or nous avons obtenu une décoloration totale de la préparation. Ce résultat que confirme d'ailleurs les essais avec le vert d'Iode ou le vert de Méthyle nous amène à repousser l'idée de subérification.

Parmi nos échantillons quelques uns-nous ont donné cependant une coloration jaunâtre par l'action de l'acide sulfurique et de l'Iode (*Hédychium*). Mais ce n'est pas là un caractère suffisant pour affirmer la présence du suber, cette réaction ne lui étant pas exclusive.

Ajoutons que nos observations ayant porté successivement sur les cellules sécrétrices existant dans les diverses espèces, il nous est permis de croire, vu l'action des acides, à l'existence d'un état particulier de la membrane qui les différencie des cellules voisines. C'est cet état que les auteurs ont attribué à la subérine : nous avons suffisamment montré par nos expériences qu'il n'en est rien ; les considérations physiologiques signalées plus haut, viennent d'ailleurs confirmer notre opinion.

Au moment où nous terminions ce travail, M. Zimmermann (1) a indiqué deux nouvelles réactions de la Subérine. La première consiste à traiter des coupes minces d'abord par l'eau de Javel, puis après lavage avec l'eau distillée par une solution d'acide osmique à $\frac{1}{100^e}$ pendant douze heures; dans ces conditions, les tissus subérifiés se colorent en noir. La seconde utilise l'action de l'alkanine (matière colorante industrielle retirée de l'orcanette) en solution alcoolique faible ; si on porte cette liqueur à l'ébullition pendant quelques minutes, après y avoir plongé préalablement les préparations que l'on veut examiner, on observe que la subérine a pris une coloration rose plus ou moins intense.

Nous avons effectué ces deux séries d'opérations sur des coupes *de Zingiber, de Curcuma longa* et d'*Alpinia galanga*, mais nous n'avons jamais remarqué de coloration spéciale à la membrane des

(1) A. Zimmermann, Mikrochemische réactionen von Kork und Cuticula. Zeitsch. Wissensch. Mikrosk und. Mikrosk technik. Band IX. 1892.

cellules sécrétrices ; le contenu cellulaire au contraire a toujours fixé la matière colorante. Ce résultat est une nouvelle preuve à l'appui de nos précédentes observations.

CHAPITRE II.

Cellules à tannin.

§ 1er. — Des Tannifères en Général.

On désigne aujourd'hui sous le nom de tannifères, les nombreux réservoirs spéciaux dont le contenu présente les caractères d'un tannin.

Bien qu'en chimie organique, on étudie sous ce nom un corps à fonction bien définie, il n'en est pas de même en botanique, où l'on a réuni sous le nom générique de tannin, des corps dont la composition est la plus diverse (Reinitzer). Ce sont tous des dérivés de la série aromatique, fournissant un certain nombre de réactions qui leur sont propres ; parmi ces dernières, il convient de citer en premier lieu, la coloration ou précipité bleu, noir ou vert, qu'ils donnent avec les sels ferriques.

En 1832, de Candolle s'exprimait déjà de la façon suivante : « De toutes les classes des matières qu'on rencontre dans les végétaux, les matières tannantes sont peut-être celles dont l'histoire offre le plus d'ambiguité ». On connaît en effet une quarantaine de principes tanniques dont beaucoup exigent encore une nouvelle étude, malgré les nombreux et importants travaux de la part des chimistes et des botanistes.

Il était utile d'être prévenu de cette inconstance pour la clarté de nos observations ; mais si elle est très importante quand on veut étudier le rôle chimique ou biologique des

tannins, il n'en est plus de même ici, où nous nous proposons de mettre simplement en évidence certaines cellules à contenu analogue.

Quant au rôle physiologique des tannins, nous nous trouvons en présence de deux théories soutenues chacune par des auteurs autorisés. Les uns en effet avec Hartig et Wigand font jouer au tannin un rôle actif comme aliment direct de réserve, les autres au contraire, avec Sachs, le considèrent comme un produit d'excrétion jouant un rôle purement passif. Les expériences de Wigand viennent certainement à l'appui de son opinion, car elles nous montrent les relations étroites qui existent entre la production du tannin et celle de l'amidon, ces corps cohexistant presque toujours dans les mêmes tissus, souvent dans les mêmes cellules. Moeller a montré plus récemment d'ailleurs que l'amidon et le tannin sont directement concordants dans leur apparition comme dans leur disparition. Enfin MM. Büsgen et Westermaier ont rendu sensible l'influence de la lumière sur la production des tannins.

M. Kraus, se basant sur ces considérations physiologiques, a proposé de diviser les tannins en primaires et secondaires. Cette division a été fort critiquée, car il n'est pas possible d'établir pratiquement, une démarcation bien tranchée entre les deux groupes ; le tannin secondaire se reconnaît seulement à sa fixité et à son insensibilité aux agents, qui modifient l'apparition ou le maintien du tannin primaire. D'après MM. Kraus et Büsgen, ce dernier tannin serait seul sujet à des variations sous l'influence de la lumière. Citons enfin l'opinion de M. Bokorny, qui, ayant constaté chez l'*Echeveria* une localisation du tannin dans les cellules de la tige les plus riches en matières albuminoïdes, en a naturellement déduit une relation génétique entre ce principe et les albuminoïdes.

Dans l'étude qui va suivre, nous ne chercherons pas à établir de distinction entre les tannins fixes et les tannins variables, nous les réunirons au contraire en un seul et même groupe que

nous caractériserons au moyen des réactifs micro-chimiques dont nous indiquons plus loin la préparation et le mode d'emploi.

Les tannifères n'ont pas encore été observés chez les Zingibéracées, sauf toutefois ceux qui existent dans la feuille de l'*Hedychium Gardnerianum*. Cependant dans une famille voisine, celle des Musacées, on avait déjà signalé leur présence dès 1812. Moldenhawer avait montré en effet qu'il existe chez le *Bananier* des cellules particulières qui sont irrégulièrement disposées autour des faisceaux fibro-vasculaires. Plus tard, en 1857, M. Garsten décrivit des cellules analogues qu'il avait observées dans le fruit du *Musa Sapientum* avant sa maturité ; leur forme serait ovoïde, et elles se réuniraient bout à bout de façon à constituer des séries.

En 1865, M. Trécul montra l'identité des cellules étudiées successivement par Moldenhawer et par Garsten, et enfin, en 1867, il fit paraître le résultat de ses recherches sur le tannin des Musacées. Il étudia un certain nombre de *Musa* et chez tous il découvrit, au voisinage des gros vaisseaux, un nombre variable de petites cellules oblongues dont le contenu se colorait nettement en bleu sous l'action des sels de fer. Il remarqua également qu'un certain nombre de cellules des parenchymes, se coloraient de la même façon, mais avec une intensité moindre; elles étaient de plus petite dimension que les cellules environnantes.

La présence à peu près constante du tannin chez les Zingibéracées vient apporter un nouveau caractère commun à ces deux familles. Nous montrerons en effet qu'il existe à la fois des tannifères annexes des faisceaux, et des tannifères dans les parenchymes, analogues à ceux des *Musa*. Nous avons déjà dit que c'est à M. Zaccharias que l'on doit leur découverte, dans le parenchyme foliaire de l'*Hedychium Gardnerianum*.

§ II. — Réactifs micro-chimiques du Tannin.

De nombreux corps usités par l'analyse chimique donnent avec

les tannins des réactions fort diverses. Parmi ces réactifs, il en est un certain nombre de très généraux qui, sauf de rares exceptions, s'appliquent à tous les composés tanniques ; c'est à eux que nous nous sommes adressé pour rechercher ces principes chez les Zingibéracées. Nous croyons utile de donner ici quelques notions sur leur emploi, sans nous arrêter longuement à ceux qui, comme les sels de fer, sont trop connus pour que nous en fassions une étude spéciale.

Sels de fer. — Les sels de fer sont considérés comme les réactifs, par excellence des tannins. C'est Cartheuser qui le premier les employa en 1749, mais ce fut Proust qui, en 1791 seulement, démontra que les sels ferriques réagissent seuls.

Parmi les nombreux sels successivement préconisés par les auteurs, il en est deux, le sulfate de fer et le chlorure ferrique, dont l'usage a répondu au but que nous nous proposions. Le premier a servi à M. Trécul dont les travaux sur ce sujet sont si remarquables. Il l'employait de la façon suivante : « Il laissait macérer dans une solution très faible de sulfate de fer, pendant un mois et plus, quelques fragments du végétal chez lequel il voulait caractériser la présence du tannin ; puis il les exposait à l'action oxydante de l'air, faisait des coupes et les observait au microscope ».

On comprend facilement la précision de cette méthode, mais elle demande une pratique un peu longue Aussi nous sommes nous adressé directement à un sel de fer au maximum d'oxydation, le chlorure ferrique, qui donne des résultats plus rapides. La solution officinale est de beaucoup la plus commode, mais il faut l'étendre préalablement de son volume d'eau distillée; il suffit alors de plonger des coupes minces pendant un quart d'heure environ dans cette solution, pour obtenir une belle coloration de tous les éléments renfermant du tannin.

Dans nos recherches nous avons utilisé concurremment les deux procédés, l'un servant de contrôle à l'autre.

Chloromolybdate d'Ammoniaque. — C'est en

1883 seulement que W. Gardiner a proposé comme réactif microchimique du tannin, une dissolution de Molybdate d'Ammoniaque dans une solution concentrée de chlorure d'Ammonium. M. Braemer a donné la formule suivante pour ce réactif, et nous en avons obtenu de bons résultats :

Chlorhydrate d'Ammoniaque	10
Molybdate d'Ammoniaque.	1
Eau distillée	30

On remarquera la petite quantité de Molybdate qui entre dans sa préparation ; il serait facile d'en augmenter la proportion, car il s'en dissout bien davantage, mais le sel ne tarde pas à former un dépôt cristallin au fond du flacon ; on se trouve alors dans la nécessité de refaire la solution fréquemment.

Il résulte des observations de Gardiner que le Molybdate d'Ammoniaque ne précipite les tannins que grâce à la présence du Chlorhydrate d'Ammoniaque (sel neutre). Dans ces conditions il détermine la formation d'un beau précipité orangé caractéristique ; employé seul au contraire, il ne donne lieu qu'à une coloration rouge. Disons en passant que le même réactif réagit aussi sur les phosphates, mais en solution acide, c'est-à-dire dans des conditions inverses de son action sur les tannins.

Quant à la manière d'utiliser ce réactif, elle est la même que pour le perchlorure de fer ; on pourrait au besoin monter les coupes dans la glycérine neutre et les conserver pendant plusieurs jours sans que la coloration soit sensiblement altérée. Son action est vraiment spécifique et le précipité se manifeste rapidement dans les éléments tannifères.

L'objection qu'on lui a faite, est la précipitation lente du Molybdate qui nécessite une nouvelle solution. Pour obvier à cet inconvénient, M. Braemer (1) a substitué au Molybdate un

(1) L. Braemer.— Les Tannoïdes. Thèse 1890.

composé qui soit facilement soluble dans une dissolution de sel neutre. Il a choisi à cet effet une dissolution de Tungstate de sodium additionnée d'acétate de soude, dont il a donné la formule suivante :

Tungstate de sodium	1 gr.
Acétate de sodium	2 gr.
Eau distillée q. s. pour.	10 cm/c.

Ce réactif précipite le tannin en jaune fauve, mais il faut là encore éviter la présence des acides qui non-seulement dissolvent le précipité tannique, mais encore déterminent avec le tungstate la précipitation des albuminoïdes et des alcaloïdes (Réactif de Froehde).

Bichromate de Potasse.— L'usage de ce réactif a été introduit dans la technique histologique par Sanio en 1863. Il est surtout usité en Allemagne. Malheureusement cet oxydant ne précipite pas les tannins seuls, mais aussi tous leurs congénères, réducteurs comme eux. Cependant comme la réaction qu'il fournit est des plus sensibles, nous avons cru devoir en faire usage, tout au moins comme moyen rapide d'investigation.

La solution la plus commode est celle dans l'eau distillée à 2 pour 100. Elle fournit avec les tannins un précipité dont la couleur est variable du jaune clair au brun foncé, selon la nature de la coupe observée. Le mode opératoire reste le même que pour le molybdate.

Réactifs divers. - Un grand nombre d'autres réactifs ont été préconisé soit pour caractériser les tannins, soit pour différencier entre elles les diverses espèces. Nous nous contenterons d'énumérer ici quelques-uns d'entre eux.

En premier lieu nous citerons l'emploi fait par J. Sachs, des réactifs alcalins tels que l'hydrate de potasse ; mais les réactions qu'ils fournissent sont trop fugaces ; elles varient selon la proportion de réactif employé.

Citons aussi l'usage fait par M. Choay de l'acétate d'urane qui lui a permis de distinguer le tannin de l'acide gallique, puis encore celui de la cinchonine à l'état de sulfate neutre que R. Wagner a utilisé comme méthode de dosage des tannins.

N'oublions pas les couleurs d'aniline, dont les applications si fréquentes en micrographie, devaient forcément amener les histologistes à proposer leur emploi dans la recherche des tannins. Dès 1862 en effet, E. Kopp signala l'insolubilité dans l'eau du Tannate de Rosaniline. Depuis Weingaertner a indiqué toute une série de composés analogues que le tannin précipite. Enfin en 1868, Hanstein lança son fameux réactif (solution à parties égales de fuchsine et de violet d'aniline) qui devait colorer, d'après l'auteur, le protoplasme en violet, les mucilages en rose, les résines en bleu et les tannins en rouge. L'emploi de ce réactif n'a pas répondu à nos espérances. Le bleu de méthylène cependant, indiqué plus récemment par Pfeffer, nous a fourni quelques résultats.

CHAPITRE III.

Recherche et localisation de l'huile essentielle et du tannin chez les Zingibéracées.

Les recherches qui vont suivre portent sur douze espèces appartenant aux différents genres de la famille, qu'il nous a été possible de nous procurer.

Nous étudierons successivement la répartition des cellules spéciales à essence et à tannin dans les divers organes, en suivant l'ordre adopté pour la structure anatomique, cette méthode ayant l'avantage de mettre en évidence les espèces employées en matière médicale. Pour chacune d'elles nous donnerons donc la localisation 1° dans le rhizome, 2° dans

la tige quand elle ne nous manquera pas, 3° dans la feuille, 4° dans la racine. Nous n'avons pas pu obtenir de fleurs, il nous a donc été impossible de rechercher l'essence dans cet organe.

GENRE ZINGIBER.

Zingiber officinale.

1° *Cellules à huile essentielle.*

L'étude des cellules sécrétrices du Gingembre se trouve singulièrement facilitée par la couleur plus ou moins jaune de leur contenu Cependant, comme l'orcanette acétique fournit avec l'essence une coloration assez intense, il est préférable d'employer ce réactif, pour l'observation.

Rhizome.— Les cellules à huile essentielle s'y rencontrent en nombre considérable ; elles sont répandues dans tous les parenchymes, aussi bien dans l'écorce que dans le cylindre central : ce sont de simples cellules parenchymateuses qui ne diffèrent pas sensiblement de leurs voisines quant à la forme et aux dimensions. Le contenu cellulaire présente une apparence variable que nous avons déjà signalée plus haut (1). Il peut être sous la forme d'une petite masse dense, ou bien fluide et transparente qui emplit toute la cavité ; nous savons encore qu'il peut exister tous les intermédiaires entre ces deux extrêmes.

Les cellules à essence sont complétement privées de la matière amylacée qui est si abondante dans les tissus adjacents et

(1) M. Thresh, qui s'est occupé de l'analyse chimique du Gingembre, attribue à l'essence la formule $C^{20} H^{16} O^2$; d'après le même auteur, il existerait plusieurs résines dont la plus importante répondrait à la formule empirique $C^{46} H^{54} O^{10}$. Pour M. Paponsek l'essence renfermerait plus d'oxygène et sa formule serait alors $4\ C^{20} H^{16}\ 5\ HO$.

toutes les réactions, pourtant si sensibles, qui caractérisent cet amidon, ne nous ont décelé aucune trace de ce composé.

Le péricycle, l'endoderme et le suber ne renferment jamais de cellules sécrétrices ; il en est de même pour les faisceaux libéro-ligneux. (Pl. I., *fig. 2* et *3.*)

Tige.— La tige est peu riche en essence. On rencontre cependant de rares cellules parenchymateuses, dont le contenu se colore par l'action des réactifs, mais on ne trouve jamais les produits colorés, dont l'existence indique un commencement de résinification. Ces cellules sont relativement plus nombreuses dans le cylindre central que dans l'écorce. (Pl. II., *fig. 8.*)

Feuille.— Les cellules à huile essentielle semblent se localiser dans le parenchyme chlorophyllien, mais elles sont toujours en petit nombre. Il est ici indispensable de colorer les coupes par l'orcanette acétique, sans laquelle il est impossible de distinguer l'essence. Celle-ci manque totalement dans l'épiderme et dans les tissus sous-épidermiques. (Pl. II., fig. 10.)

Racine.— La racine ne présente de cellules sécrétrices que dans son parenchyme cortical ; elles sont en plus grande proportion dans la partie externe au voisinage de la couche rhizogène. Nous savons déjà que le cylindre central est susceptible de se lignifier, aussi les éléments sécréteurs y font-ils complètement défaut. (Pl. II., *fig. 9.*)

2° *Cellules à Tannin.*

Rhizome.— La recherche du tannin dans le rhizome de Gingembre offre une certaine difficulté eu égard aux faibles proportions de ce principe ; il est localisé dans des cellules spéciales qui font partie des faisceaux libéro-ligneux. Ces cellules sont accolées aux vaisseaux, et leur nombre est relativement peu élevé ; il y en a généralement deux ou trois, rarement plus. Lorsqu'on observe directement sous le micros-

cope une coupe transversale du rhizome, elles apparaissent colorées légèrement en brun jaunâtre, tandis que le parenchyme environnant est beaucoup plus clair. En faisant usage de réactifs appropriés, elles prennent nettement la coloration caractéristique des tannifères. C'est le chloromolybdate d'Ammoniaque et le bi-chromate de Potasse qui ont le plus d'action ; les sels de fer donnent seulement à la longue une teinte grise peu foncée. (Pl. I., *fig. 4.*)

Les cellules à tannin peuvent être contigües, mais c'est là une exception ; elles sont disposées habituellement de chaque côté des vaisseaux, qui entrent dans la composition du faisceau, et leur différenciation est postérieure à l'apparition de ce dernier ; sur une coupe longitudinale, elles se montrent plus allongées, disposées en séries ; les cloisons transversales qui les séparent sont toujours très minces et peu visibles. Nous retrouvons donc ici une disposition analogue à celle que M. Trécul a déjà observée chez les Musacées et que nous avons mentionnée plus haut.

Le contenu cellulaire paraît assez uniforme, et même avec un très fort grossissement on n'observe jamais l'aspect granuleux, que présentent les cellules à tannin de l'*Alpinia galanga*. L'intensité de la coloration produite est variable selon l'époque à laquelle la plante a été récoltée ; nous avons même obtenu avec des échantillons jeunes des résultats complètements négatifs. Cela nous amène à supposer que l'existence du tannin n'est pas constante pendant toute la durée du végétal ; elle est subordonnée à certaines conditions de milieu, d'âge et de végétation.

Il nous a été complètement impossible de caractériser un principe tannique dans certaines cellules du parenchyme conjonctif, telles que nous en observerons chez d'autres espèces.

Tige. — Dans la tige, les cellules à tannin paraissent se localiser dans le voisinage des faisceaux, mais elles sont situées complètement en dehors de la zone scléreuse ; il n'en existe

jamais auprès des vaisseaux. Ces cellules sont plus petites que les éléments du parenchyme au milieu duquel elles sont placées, mais elles sont beaucoup plus grandes que les tannifères correspondants des rhizomes. Elles sont disposées irrégulièrement autour du faisceau et sur une coupe longitudinale leur forme est allongée ; les colorations qu'elles fournissent au moyen des réactifs sont peu intenses.

Le cylindre central seul est pourvu de ces cellules à tannin, qui manquent totalement dans le parenchyme cortical

Feuille. — La disposition des tannifères dans la tige semble être un point de transition entre le rhizome chez lequel ils abondent,et la feuille qui n'en renferme jamais. Quelques cellules des parenchymes brunissent bien légèrement quand on les traite par une solution de potasse, mais ce n'est pas là un caractère suffisamment précis pour affirmer la présence du tannin.

Racine. — C'est l'organe qui offre la plus grande proportion de cellules à tannin. Ce principe se rencontre, en effet, à la fois dans les cellules spéciales qui avoisinent les gros vaisseaux, et dans des cellules du parenchyme cortical non différenciées en apparence. Celles-ci, lorsqu'on les soumet à l'action des réactifs, donnent des colorations variables et moins intenses que celles que fournissent les cellules adjacentes aux vaisseaux. Le parenchyme régulier qui entoure l'endoderme est seul pourvu de semblables éléments ; le parenchyme cortical externe n'en possède jamais. Nous savons déjà que cette partie externe est au contraire le lieu d'élection de l'huile essentielle.

GENRE CURCUMA.

Curcuma longa.

En outre des cellules à huile essentielle et à tannin, nous trouvons dans cette espèce une troisième sorte de cellules spé-

ciales ; ce sont celles qui renferment la matière colorante ou *curcumine* que nous avons signalée plus haut dans notre étude anatomique.

1° Cellules à huile essentielle

Rhizome. — Les cellules à essence (1) sont relativement peu nombreuses, par rapport aux cellules à curcumine, et pour les observer, il est absolument nécessaire de faire usage d'un réactif colorant, car leur contenu ne présente aucune coloration propre ; l'orcanette acétique se fixe avec intensité sur ce dernier. Ces cellules sont plus petites que les éléments des parenchymes voisins dont elles se distinguent également en ce qu'elles sont vides de matière amylacée. L'huile essentielle se présente le plus souvent sous la forme d'un globule incolore, qui ne remplit pas toute la cavité cellulaire ; il peut même en exister plusieurs dans la même cellule, nous n'avons jamais vu cette essence résinifiée. Elle se dissout avec facilité dans l'alcool faible ou dans l'éther anhydre ; aussi il est absolument nécessaire d'opérer sur des échantillons fraîchement récoltés.

Les cellules sécrétrices se trouvent indifféremment dans tous les parenchymes aussi bien dans l'écorce que dans le cylindre central (Pl III, *fig. 12.*)

Feuille. — L'essence manque totalement dans la feuille ainsi que dans les gaines foliaires.

Racine. — On rencontre çà et là de très rares globules à huile essentielle, qui sont situés dans tous les parenchymes, sans aucune localisation particulière.

2° Cellules à tannin.

Rhizome. — La présence du tannin dans le rhizome de Curcuma est assez inconstante et il est probable qu'elle varie

(1) L'huile essentielle de Curcuma est un produit fort complexe dont on a retiré deux composés : le Curcumol $C^{20}H^{14}O^{2}$ et le Turmerol $C^{38}H^{28}O^{2}$.

beaucoup avec les conditions de végétation. C'est pour cette raison que plusieurs échantillons mis gracieusement à notre disposition par M. le professeur Mayer, nous avaient amené à conclure par la négative. Ces mêmes rhizomes, mis en culture dans les serres de l'Ecole de Pharmacie, nous ont conduit aux résultats suivants : Le principe tannique, quand il existe, se montre exclusivement près des vaisseaux, dans des cellules analogues à celles que nous avons décrites pour le Gingembre ; cependant les colorations obtenues par l'usage des réactifs ne sont jamais aussi nettes qu'avec ce dernier. Dans aucun cas, nous n'avons pu caractériser le tannin dans les parenchymes.

Feuille. — La feuille est complètement dépourvue d'éléments tannifères.

Racine. — On constate que cette racine offre la même disposition que celle du Gingembre. Les cellules à tannin s'y rencontrent assez nombreuses, même quand elles n'existent pas dans le rhizome ; elles sont placées auprès des vaisseaux, et quelquefois dans le parenchyme cortical régulier qui avoisine l'endoderme. Le tissu conjonctif n'en renferme jamais, quoi qu'il ne soit que très rarement lignifié.

3° *Cellules à Curcumine.*

La matière colorante du Curcuma (1) est contenue dans des cellules spéciales, qui se distinguent facilement par leur couleur jaune plus ou moins intense ; elle différencie ce rhizome de toutes les autres espèces officinales. Il n'y a pas de localisation propre de ces cellules, car on les trouve en abondance dans tous les parenchymes ; l'endoderme, le péricycle et l'assise subéreuse n'en renferment jamais. Les organes autres que le rhizome, en sont aussi complètement dépourvus.

(1) *La curcumine* isolée dès 1815 par Pelletier et Vogel, repond a la formule $C^{20}H^{10}O^{6}$ (Daube) ou $C^{8}H^{8}O^{2}$ (Gajewsky et J. Kachler).

Les cellules à curcumine sont plus grandes que leurs voisines, et leurs membranes relativement minces sont peu attaquables par les acides, sans présenter toutefois les caractères de la subérine. Leur contenu les emplit entièrement ; il paraît homogène, mais il est parsemé de fines granulations dont il nous a été impossible de déterminer la nature. Soumises à l'action des réactifs des essences, elles ne subissent aucune variation de couleur, ce qui indique l'absence complète d'huile essentielle à leur intérieur. Il est probable, cependant, qu'il existe une certaine relation entre la production des cellules sécrétrices à essence et celle des cellules à curcumine ; chez un rhizome récolté en pleine terre (presque à l'état sauvage), ces dernières sont très nombreuses par rapport aux premières ; au contraire, chez un rhizome cultivé, la curcumine diminue sensiblement pour faire place à l'essence ; nous avons même observé des échantillons qui n'en renfermaient pas du tout.

M. Meyer propose, dans son mémoire, de caractériser la curcumine par la méthode suivante : « Des coupes minces du rhizome sont mises à digérer dans une solution concentrée d'acide borique dans l'acide chlorhydrique ; on les laisse sécher et on recommence plusieurs fois la même opération. Par ce traitement, la coupe devient d'un beau rose, et la matière colorante jaune apparaît au microscope sous la forme de masses brunes très foncées. On mouille alors la préparation à l'aide d'une solution étendue d'ammoniaque, jusqu'à ce que la réaction soit faiblement alcaline. Si on perfore alors la membrane cellulaire à l'aide d'une aiguille, on remarque aussitôt l'apparition d'une belle coloration violette qui est caractéristique de la curcumine ; un excès d'alcali ferait disparaître cette teinte violette ».

Nous avons essayé d'effectuer cette série de réactions, mais nous n'avons pas réussi à préparer la solution d'acide borique indiquée par l'auteur, car ce composé est à peine soluble dans l'acide chlorhydrique. Dans le but d'obtenir une semblable

coloration, on a procédé d'une manière différente : les coupes étaient plongées successivement dans une solution aqueuse saturée d'acide borique, puis dans l'acide chlorhydrique diversement dilué, mais le résultat a toujours été identique, car le premier acide était précipité par le second au sein même des tissus qu'il emprégnait.

On peut toutefois observer facilement les propriétés de la curcumine en utilisant l'action des solutions de potasse ou d'ammoniaque qui donnent avec ce composé une très belle coloration rouge. Le sous-acétate de plomb, au contraire, précipite abondamment le contenu cellulaire. Ajoutons que ces diverses réactions sont bien superflues pour l'examen microscopique des cellules à curcumine, car la coloration propre à cette dernière est suffisamment caractéristique.

Curcuma zedoaria.

Le rhizome commercial seul a pu être étudié. Ses cellules sécrétrices à essence sont relativement grandes, et leur contenu incolore, ou légèrement coloré en jaune verdâtre, se compose de un ou plusieurs globules réfringents qui remplissent rarement toute la cavité cellulaire. Ces cellules se rencontrent dans tous les parenchymes, mais elles se trouvent en plus grand nombre dans la partie corticale, au voisinage du suber. (Pl. III, *fig. 13.*)

Nous n'avons jamais observé de cellules à curcumine, ni de cellules à tannin.

Curcuma leucorrhiza.

Une coupe transversale du rhizome nous a montré seulement quelques cellules sécrétrices renfermant une huile essentielle incolore ; parmi celles-ci, on en remarque toutefois un certain nombre, qui présentent une couleur jaune qui est due probablement à un commencement de résinification. Ces cel-

lules sécrétrices de dimensions plus petites que les cellules des parenchymes voisins, se rencontrent aussi bien dans l'écorce que dans le cylindre central ; leur contenu se colore avec intensité par l'action de l'orcanette acétique. Les tannifères font complètement défaut dans cette espèce.

La feuille et la racine dont nous connaissons déjà la structure anormale, nous ont donné un résultat négatif tant pour l'essence que pour le tannin.

GENRE ALPINIA.

Alpinia galanga.

Le genre Alpinia est particulièrement riche en principes tanniques que nous caractériserons dans tous les organes ; l'essence au contraire s'y trouve en quantité peu abondante.

Rhizome — Cet organe possède un nombre très restreint de cellules à huile essentielle, dont le contenu qui remplit totalement leur cavité est toujours incolore. Chacune d'elles se distingue aisément par ses dimensions plus petites et par l'aspect qu'elle présente sur une coupe transversale, où elle nous apparaît, comme entourée d'un cercle de cellules plus grandes ; c'est le seul exemple que nous ayons observé d'une disposition aussi régulière. Il n'y a pas de localisation propre, mais l'écorce est certainement la partie qui en contient davantage. (Pl IV, *fig. 16.*)

Le tannin que nous avions vu jusqu'ici, placé auprès des faisceaux, se trouve répandu chez le galanga, dans des cellules quelconques des parenchymes. Ces cellules sont nombreuses, surtout dans la partie corticale ; elles sont toujours isolées ou rarement réunies deux à deux. Au contraire, sur une coupe longitudinale, elles sont assemblées par séries de quatre à six, l'une au-dessus de l'autre. (Pl. IV, *fig. 17.*) Elles ne diffèrent aucunement de leurs voisines ; elles prennent, sous l'action des

réactifs du tannin, une coloration généralement peu intense, mais qui les distingue facilement. Le molybdate d'ammoniaque y produit un précipité finement granuleux, qui semble nager au sein d'un liquide cellulaire. On n'observe jamais la présence de cellules analogues dans le suber et dans l'endoderme.

Le principe tannique paraît exister en proportions très variables, car les réactions obtenues sont plus ou moins nettes, selon l'échantillon examiné. Avec l'âge, ces tannifères prennent une coloration brune, et sur une coupe faite avec un rhizome sec, conservé dans le droguier de l'École, nous les avons distingués aisément grâce à leur coloration plus foncée; on remarque aussi qu'ils ont subi une sorte de contraction, qui est un effet probable de la dessiccation.

Ces diverses observations ne sont pas exclusives au rhizome dont il est question; elles s'appliquent en général à toutes les Zingibéracées qui renferment de semblables éléments.

Tige. — L'huile essentielle fait défaut dans la tige; quant aux tannifères, ils sont toujours en grand nombre, mais surtout dans le cylindre central, car la partie corticale en renferme peu; ils présentent la même apparence que ceux qui se trouvent dans le rhizome, sauf les réactions colorantes qui sont encore moins nettes. Les faisceaux libero-ligneux en sont complètement dépourvus.

Feuilles. — Les cellules à essence manquent totalement dans cet organe, de même que les cellules à tannin deviennent aussi plus rares. Ce principe y est localisé en faibles proportions dans certains éléments sous épidermiques ou même épidermiques, qui ne sont pas autrement différenciés. Le parenchyme chlorophyllien ne fournit aucune des réactions qui décèlent habituellement la présence d'un tannin ou de l'essence, sauf dans la partie qui avoisine la nervure centrale, où les tannifères sont assez nombreux. (Pl. IV, *fig. 20.*)

Racine. — Le parenchyme cortical de la racine renferme seul quelques cellules à huile essentielle qui se colorent très légèrement, lorsqu'on fait agir l'orcanette acétique ; on en trouve, mais plus rarement, dans le cylindre central lorsque sa lignification est incomplète.

Les tannifères sont plus nombreux, car on les rencontre non seulement dans tous les parenchymes, mais encore auprès des vaisseaux.

Alpinia calcarata.

Rhizome. — L'essence se trouve ici en plus grande proportion que dans l'espèce précédente. Les cellules sécrétrices de même grandeur que leurs voisines, ne présentent aucunement la disposition spéciale que nous avons remarquée plus haut ; leur contenu qui emplit la cavité cellulaire se colore avec facilité sous l'action de l'orcanette acétique. Elles sont répandues d'une façon assez uniforme dans tous les parenchymes.

Le tannin, très abondant, se rencontre indifféremment soit dans des cellules quelconques des parenchymes généraux soit dans de petites cellules accolées aux vaisseaux. Ces dernières ont même apparence que chez le Zingiber ; elles sont très allongées, constituant des séries. Les réactifs des tannins agissent avec beaucoup plus d'intensité sur ces derniers tannifères, que nous pourrions appeler fasciculaires, que sur les cellules analogues des parenchymes.

Feuille. - En l'absence de la tige, nous avons étudié une gaine foliaire peu après sa sortie du rhizome, afin d'avoir un point de passage entre cet organe et le limbe foliaire. L'essence manque toujours, tandis que des cellules à tannin nombreuses, sont disséminées dans tous les parenchymes ; elles ne donnent que de faibles colorations, sauf toutefois pour un certain nombre de tannifères qui sont plus caractéristiques, et qui sont placés au-dessous de l'épiderme supérieur. On n'en trouve jamais auprès des faisceaux.

L'huile essentielle fait également défaut dans le limbe foliaire, mais le tannin y est localisé dans quelques cellules hypodermiques supérieures ; il n'y en a pas traces sous l'épiderme inférieur, contre lequel le parenchyme chlorophyllien vient d'ailleurs directement s'appliquer ; celui-ci comprend de très rares cellules à tannin.

Racine. — Cette racine a un cylindre central complètement lignifié, aussi il ne renferme aucun élément sécréteur à huile essentielle. Le parenchyme cortical possède seul quelques cellules à essence qui sont situées dans la partie la plus externe ; les tannifères, au contraire, y sont assez nombreux dans la zone qui entoure l'endoderme. Il existe aussi trois ou quatre tannifères autour de chaque gros vaisseau du cylindre central ; ces cellules ne paraissent pas différer de leurs voisines du tissu conjonctif, car elles ont également leurs parois épaissies.

Alpinia nutans.

Rhizome. — L'*Alpinia nutans* se distingue des autres rhizomes d'*Alpinia* par son volume considérable. L'huile essentielle y est contenue sous la forme de petits globules qui sont épars dans un grand nombre de cellules parenchymateuses ; celles-ci paraissent avoir un volume moindre que leurs voisines. La résine ne se produit qu'exceptionnellement, et comme l'essence est très soluble dans l'alcool, il ne faut employer pour l'observation, que des échantillons fraîchement récoltés.

Les éléments à tannin sont nombreux, car ce principe se trouve aussi bien dans les parenchymes que dans les cellules adjacentes aux vaisseaux ; comme avec l'espèce précédente, les colorations obtenues au moyen des réactifs sont plus nettes avec les secondes qu'avec les premières, qui sont toujours isolées sur une coupe transversale.

Feuille. — Les cellules spéciales à huile essentielle manquent complètement, tandis que les tannifères sont, au con-

traire, nombreux et disséminés dans toute la feuille, excepté dans le parenchyme chlorophyllien. Il n'en existe jamais auprès des faisceaux foliaires.

Racine. — Dans cette racine, l'essence est localisée dans l'écorce externe. La présence du tannin y est plus générale, car on peut le déceler dans tous les tissus, même dans le péricycle, ce qui semble être une exception particulière à cette sorte d'Alpinia ; l'endoderme seul n'en renferme pas.

GENRE HEDYCHIUM.

Hedychium Gardnerianum.

Rhizome. — Ce rhizome est caractérisé par la présence dans les cellules des parenchymes de nombreux cristaux d'oxalate de chaux, qui sont réunis au centre de chaque élément sans être toutefois disposés en mâcles.

Les cellules à essence, qui sont ici en grand nombre, ont la plus grande analogie avec celles de l'*Alpinia galanga.* Comme ces dernières, elles sont également petites et placées au milieu d'un ensemble régulier de cellules. Leur contenu est mis facilement en évidence au moyen des réactifs colorants. Les tannifères se rencontrent dans les parenchymes généraux seuls et, en outre, l'intensité des réactions obtenues est fort variable.

Tige. — L'huile essentielle est rare ; elle se trouve en globules isolés au sein des parenchymes, chez lesquels la matière amylacée manque totalement. Le tannin, peu abondant dans le cylindre central, existe en plus grande proportion dans la partie corticale, où il commence à se localiser dans les cellules voisines de l'épiderme; celles-ci se colorent bien mieux, par l'emploi des réactifs que leurs congénères du cylindre central. Comme dans le rhizome il n'y a pas de tannifères auprès des vaisseaux.

Feuille. — Dans la feuille, l'essence se caractérise dans

quelques cellules du parenchyme chlorophyllien ou encore dans l'épiderme inférieur.

Le principe tannique s'observe exclusivement dans l'hypoderme supérieur qui est composé d'une seule assise de cellules larges, rectangulaires, dont les parois sont assez minces. La majeure partie de ces cellules renferme un tannin qui se colore avec intensité par l'action des réactifs généraux ; les sels de fer, en particulier, y produisent une coloration bleue foncée. Le parenchyme chlorophyllien en est complètement dépourvu et l'hypoderme inférieur en possède quelque peu seulement Au niveau de la nervure principale cette localisation cesse en partie, et les tannifères se répandent dans tous les parenchymes. (Pl. III, *fig. 15.*)

Racine. — Elle offre quelques cellules à essence isolées soit dans l'écorce, soit dans le cylindre central qui n'est que rarement lignifié. Nous avons même remarqué dans le parenchyme médullaire un certain nombre de grains d'amidon. Les tannifères sont nombreux dans la partie corticale, au voisinage de l'endoderme ; ils sont plus rares dans le cylindre central où on en trouve quelques-uns autour des gros vaisseaux.

Hedychium coronarium.

Rhizome. — Il ressemble beaucoup au rhizome précédent. Les cellules à huile essentielle y sont rares, petites, à contenu incolore ; elles sont situées dans tous les parenchymes. Le tannin y est aussi abondamment répandu dans des cellules quelconques, non différentes de leurs voisines; on constate,en outre, que les faisceaux en sont complètement dépourvus.

Feuille. — Nous avons examiné les gaines foliaires chez lesquelles il n'existe pas d'essence. Les tannifères, en petit nombre dans le parenchyme général, se rencontrent surtout dans les tissus sous-épidermiques.

Le limbe ne montre aucun élément sécréteur à huile essen-

tielle, tandis que le tannin se rencontre dans de nombreuses cellules hypodermiques supérieures et inférieures ; leur contenu qui est primitivement incolore, fixe énergiquement les réactifs colorants.

Racine. — La racine offre çà et là quelques globules d'essence qui n'apparaissent que par l'emploi de l'orcanette acétique ; ils sont placés dans la région corticale. Le tannin s'y trouve à la fois dans le parenchyme cortical interne et auprès des vaisseaux du cylindre central.

GENRE AMOMUM.

Amomum cardamomum.

Rhizome. — L'huile essentielle se montre dans cet organe sous la forme de globules isolés, les uns renfermés dans des cellules spéciales, les autres au contraire disséminés parmi les grains d'amidon des cellules parenchymateuses. La nature de ces derniers ne laisse aucun doute, car ils se dissolvent parfaitement dans l'alcool à 40°, ce qui n'aurait pas lieu si on était en présence d'un autre produit, d'une huile grasse par exemple. Les principes tanniques sont abondants dans toutes les parties du rhizome, même dans les parenchymes des faisceaux, où ils sont localisés dans trois ou quatre petites cellules placées de chaque côté des vaisseaux.

Tige. — Elle est caractérisée par ses faisceaux complètement entourés par cinq à six rangées de cellules sclérifiées, formant la majeure partie du cylindre central, qui est toujours peu épais. La tige semble être le lieu de prédilection du tissu sécréteur : l'essence s'y trouve en notable proportion, en globules plus volumineux que ceux du Rhizome, mais ce sont principalement les éléments tannifères qui dominent. Presque toutes les cellules parenchymateuses se colorent par les réactifs spéciaux du tannin ; aussi faut-il diluer préalablement les

solutions en usage dans la pratique ; sans cette précaution la coupe prend une telle coloration, qu'il n'est plus possible de différencier aucun élément. On remarque alors que les tannifères qui fixent les réactifs avec le plus de facilité, semblent remplir le rôle de réservoir par rapport aux cellules environnantes.

Feuille. — Très peu aromatique, la feuille n'offre que quelques cellules à huile essentielle qui sont situées dans le parenchyme chlorophyllien. Les cellules à tannin sont plus nombreuses et se trouvent dans tous les parenchymes, excepté dans le chlorophyllien ; le tissu hypodermique supérieur est particulièrement riche.

Racine. — Le cylindre central de la racine est entièrement lignifié. Une coupe transversale laisse voir une abondante proportion de tannifères dans l'écorce interne et près des vaisseaux ; le tissu conjonctif n'en renferme pas. Il existe aussi çà et là quelques cellules à essence, mais dans l'écorce seulement.

Amomum Granum Paradisi.

Rhizome. — Ce rhizome chez lequel l'assise subéreuse manque totalement, nous montre un endoderme épaissi sur ses parois latérales. Les cellules à essence qui s'y trouvent nombreuses se colorent nettement par l'orcanette acétique ; leur contenu est abondant et emplit toute leur capacité. Les réactifs du tannin y décèlent une assez grande quantité de ce principe, renfermé dans des cellules parenchymateuses où la matière amylacée fait complètement défaut ; elles sont plus allongées sur une coupe longitudinale, et paraissent alors constituer les mêmes séries que nous avons signalées pour d'autres espèces. On remarque aussi quelques tannifères auprès des vaisseaux.

Tige. — La tige présente une disposition analogue, du tissu sécréteur ; la partie corticale est toutefois plus riche que

le cylindre central où les réactions obtenues sont moins caractéristiques.

Feuille. — Cette feuille contient de nombreux tannifères répandus dans tous les parenchymes, surtout parmi les cellules à chlorophylle ; il en existe également auprès des faisceaux, fait que nous observons pour la première fois. Les cellules à essence sont en petit nombre et apparaissent surtout dans le parenchyme chlorophyllien.

Racine. — Comme dans l'espèce précédente, le tissu conjonctif est totalement épaissi. On n'aperçoit pas de cellules à essence proprement dites, mais on remarque de nombreux petits globules, épars dans la région corticale. On constate aussi plusieurs tannifères autour de chaque vaisseau et on caractérise une abondante proportion de tannin dans le parenchyme cortical, au voisinage de l'endoderme.

GENRE COSTUS.

Costus villosus.

Rhizome. — Il n'existe pas de couche subéreuse pour cet organe qui possède des grains d'amidon d'une forme ovoïde, presque sphérique. Les cellules des parenchymes sont très grandes et ne montrent jamais d'huile essentielle ; quelques-unes d'entre elles, toujours privées d'amidon, sont légèrement colorées en jaune clair ; elles fournissent toutes les réactions propres aux tannifères. On ne trouve jamais ces derniers auprès des vaisseaux.

Tige. — Le cylindre central seul renferme des grains d'amidon ; l'essence fait complètement défaut, tandis que les tannifères y sont rares et prennent des colorations peu intenses. (Pl. II, *fig. 11.*)

Feuille. — Il y a absence complète de cellules à huile essentielle, mais il existe quelques cellules à tannin parmi le pa-

renchyme chlorophyllien qui est formé par des éléments de petites dimensions (Pl. III, *fig. 14*).

Racine. — Nous n'avons jamais observé dans cette racine, ni cellules sécrétrices à essence, ni aucun tannifère.

Ainsi qu'il est facile de le constater, le système sécréteur est notablement réduit dans cette espèce, puisque l'essence manque totalement dans tous les organes.

Pour terminer cette série d'observations, nous ferons remarquer que l'huile essentielle se rencontre dans des cellules spéciales, qui n'ont pas de localisation propre.

Dans le plus grand nombre des espèces, ce sont de simples cellules parenchymateuses, qui ne diffèrent en rien par leur forme et leur paroi des cellules voisines. Tantôt leur contenu les emplit entièrement et a l'apparence d'un liquide homogène plus ou moins résinifié ; tantôt, au contraire, il se montre composé de globules incolores et réfringents. Dans tous les cas, il se colore avec intensité sous l'action de l'orcanette acétique dont l'emploi est indispensable pour l'observation de certains échantillons.

Chez quelques plantes seulement, les cellules sécrétrices sont plus petites que les cellules qui les entourent et offrent une disposition particulière (*Alpinia, Hedychium*) ; très rarement leur volume est plus grand que celui des parenchymes voisins.

Outre ces éléments spéciaux, on remarque que l'huile essentielle peut également se rencontrer en globules épars dans tous les parenchymes, au milieu des grains d'amidon. Elle manque totalement chez le *Costus*.

C'est le rhizome qui est l'organe le plus riche en essence. Après lui, viennent la tige qui en renferme toujours mais en moindre proportion, puis la feuille qui en manque souvent, et enfin la racine qui est la seule partie offrant une apparence

de localisation ; on observe en effet que les cellules sécrétrices se rencontrent dans le parenchyme cortical seul.

Les principes tanniques qui font rarement défaut (*Curcuma*) existent dans deux sortes de cellules. Les unes sont petites, allongées, peu nombreuses et toujours accolées aux vaisseaux, les autres plus grandes sont constituées par de simples éléments parenchymateux. Toutes ces cellules peuvent se trouver à la fois dans le même organe, et c'est même le cas le plus fréquent.

Les rhizomes et les tiges nous montrent un assez grand nombre de cellules à tannin sans localisation. La racine, au contraire, chez laquelle elles abondent généralement, offre plus spécialement des tannifères dans la partie corticale interne, au voisinage de l'endoderme.

La feuille ne possède pas de tannifères dans les faisceaux (excepté dans l'*Amomum granum Paradisi*), mais certaines cellules des parenchymes fournissent nettement les réactions des tannins. Dans quelques cas, ces cellules sont comprises dans le tissu chlorophyllien ; pour d'autres espèces, elles constituent l'assise hypodermique dont les éléments sont alors plus développés (*Hedychium gardnerianum*) ; enfin le tannin existe parfois dans les cellules épidermiques mêmes (*Alpinia calcarata*).

Caractères différentiels des Rhizomes officinaux.

Il existe un certain nombre de caractères morphologiques qui distinguent entre eux les Rhizomes des Zingibéracées, employés en matière médicale. M. le professeur Planchon a

comparé ces divers caractères (1), et le tableau suivant qu'il a établi, indique leurs différences :

Rhizomes à écorce extérieure de couleur brun-rouge, marqués de franges circulaires blanchâtres........................	**Galanga.**
Rhizomes fortement comprimés latéralement, de couleur fauve ou blanche à l'extérieur, blancs à l'intérieur...........	**Gingembre.**
Rhizomes de couleur gris fauve à l'extérieur, d'un jaune-rouge plus ou moins foncé à l'intérieur........	**Curcuma.**
Rhizomes de couleur gris jaune à l'extérieur, d'apparence plus ou moins cornée, en tubercules arrondis..................	**Zédoaire.**

Il nous a paru utile d'ajouter à ces différences extérieures des Rhizomes, celles qui sont basées sur leur structure anatomique. Nous savons que ces dernières présentent seules la base d'une solide détermination; elles sont toutefois peu nombreuses chez les espèces qui nous occupent, et portent principalement sur la nature, le nombre et la grandeur relative des cellules sécrétrices. La présence ou l'absence de l'arc scléreux propre aux faisceaux libéro-ligneux constitue également un excellent caractère distinctif, car nous avons remarqué qu'il manque totalement chez les *Curcuma*.

Le tableau ci-après résume aussi fidèlement que possible ces différents caractères, et il permet d'arriver facilement, à la détermination des Rhizomes qui font l'objet de notre étude.

(1) G. Planchon. — Traité pratique de la Détermination des Drogues simples. T. I, page 619.

Tableau comparatif des Caractères anatomiques, propres aux Rhizomes officinaux,

	ARCS SCLÉREUX PROPRES AUX FAISCEAUX.	CELLULES SÉCRÉTRICES A HUILE ESSENTIELLE.	CELLULES A MATIÈRE COLORANTE.	LOCALISATION DES PRINCIPES TANNIFÈRES
Gingembre. . . .	Peu épais. Manquent souvent en regard du bois.	Nombreuses et grandes. Résine abondante.	Nulles.	Abondants autour des vaisseaux. Rares dans les cellules des parenchymes.
Curcuma	Nuls.	Rares et relativement petites.	Nombreuses (pas de localisation).	S'observent parfois autour des vaisseaux, mais jamais dans les parenchymes.
Zédoaire	Nuls.	Nombreuses et grandes. Pas de résinification apparente.	Nulles.	Nuls.
Galanga.	Complets à plusieurs rangées de cellules.	Rares et petites.	Nulles.	En très grande proportion, mais dans les parenchymes seuls.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

L'étude histologique des Zingibéracées nous a conduit aux conclusions suivantes :

A. — Il existe une très grande analogie de structure entre toutes les plantes de cette famille qui ne se différencient que par quelques détails.

La présence des arcs scléreux qui entourent chaque faisceau est constante dans tous les organes, sauf dans le rhizome où ils manquent quelquefois ; on les observe toujours dans la tige et dans la feuille.

Les rhizomes renferment tous, à quelques exceptions près, une abondante quantité d'amidon dont la forme est caractéristique.

B. — Les cellules sécrétrices à huile essentielle s'y rencontrent en proportions fort diverses ; leur contenu se résinifie facilement.

Elles sont toujours isolées, et répandues irrégulièrement dans tous les parenchymes ; le rhizome est l'organe privilégié de localisation.

La membrane propre à ces cellules ne parait pas contenir de *subérine* comme l'avaient prétendu certains auteurs.

C. — On remarque dans presque tous les organes, des cellules tannifères en nombre et de forme variables.

a. — Les unes sont de simples cellules parenchymateuses sans localisation spéciale, sauf dans la racine où elles sont placées dans le parenchyme cortical, au voisinage de l'endoderme.

b. — Les autres sont de petites cellules allongées, distantes l'une de l'autre, mais souvent disposées en files longitudinales; elles avoisinent les gros vaisseaux.

c. — L'apparition du principe tannique parait être subordonnée à certaines conditions de végétation, et pour cette raison nous le rangerons parmi les tannins primaires des Auteurs.

BIBLIOGRAPHIE

Martinelli. — *Raggionomenti sopra l'Amomo e Calamo aromatico novamente avuto di Malacca.* — Venezia. 1604.

Marogna. — *Commentarius in Tractatus Dioscoridis et Plini de Amomo.* — Basileae. 1608.

Kamel. — *De Tugus seu Amono legitimo.* — Philos. Transact. XXI. 1699.

Monitius. — *De œtatibus Zedoaria relatio.* — Dresde, 1696.

Krause. R. W. — *De Cardamonis.* — Iena, 1704.

Gesner. — *De Zingibere.* — Altorfii, 1723.

Rumphius. — *Herbarium Ambroiniensi.* — 1750.

Spielmann. — *Cardamomi historia et vindiciœ.* — Argentorati, 1762.

Kœnig. — *Descriptiones monandrarum et epidendrorum in India orientali factœ.* — Retzius Observationes Botanicæ. Lipsiæ, 1783.

Siehe White. — *Description and natural history of the Malabar Cardamomum.* — Transact. of the Linneam soc. of London. X 229-255, 1808.

R. Brown. — *Prodomus Floræ novæ Hollandiæ.* — London, 1810.

Hegetschweiler. — *Descriptio scitaminarum L. nullarum.* — Turici, 1813.

Vogel et Pelletier. — *Examen chimique de la racine de Curcuma.* — Journal de Pharmacie, 1815.

Roxburgh. — *Flora Indica.* — p. 32, 1820.

Morrin. — *Recherches chimiques sur plusieurs végétaux de la famille des Drymyrrhizées.* — Journal de Pharmacie, 1823.

Roscoe. — *Monandrian plants of the order Scitamineae.* — Liverpool, 1828.

Lestiboudois. — *Observations sur les Scitaminées.* — Annales des Sciences naturelles. — 1. S. T. XX et 2 S. T. XV et XVII, 1829-1841.

Trommsdorff. — *Analyse des petits Cardamomes.* — Annal. der Pharm., 1834.

Dumas et Peligot. — *Essence de Cardamomum minus.* — Annales de Chimie et Physique. — p. 221, 1834.

Endlicher. — *Genera plantarum*, p. 221, 1836.

LINDLEY.— *A natural system of Botany*, p. 325.— Londres, 1836.
DRURY.— *The useful plants of India*, p. 168, 1837.
ROYLE.— *Plantes de l'Himalaya*.— Londres, 1839.
VOGEL FILS.— *Mémoire sur la Curcumine*.— Journal de Pharmacie, 1842.
PEREIRA.— *Matière Médicale*.— II, 1850.
LINDLEY.— *The Vegetable Kingdom*.— Londres, 1853.
D. HANBURY.— *Some rare Kinds of cardamome*. — Guibourt, Journal de Pharmacie, XXVII, 1855.
PAYER.— *Orgonogénie comparée de la Fleur*, p. 674, 1857.
VAN HALL.— *Observationes de Zingiberaceis*.— Leiden, 1858.
A. GRIS.— *Cas de Pélorie dans le genre Zingiber*.— Annales des sciences nat.— 4. S. T. XI, 1859.
LOUREIRO.— *Flora Cobinchinensis*.— 1859.
MIQUEL.— *Flora indiæ batavæ*.— Amsterdam, 1860.
BAILLON.— *Mémoire sur la symétrie florale et l'organogénie des Marantées*. — In Adansonia.— I, 1860.
HORANINOW.— *Prodromus monographiae Scitaminearum*.— 1862.
WIGAND.— *Einige satze uber die physiologische bedeutung der gerbstoffs und der Pflanzenfarben*. — Bot. zeitung, T. XX., 1862.
BERG UND SCHMIDT.— *Officinelle gewachse*. — T, IV.— Tableau 34.— Leipzig, 1863.
THWAITES.— *Enumeratio plantarum Zeylaniae*, 1864.
TRÉCUL.— *Des vaisseaux propres et du tannin chez les Musacées*.— Ann. d. sc. nat., p. 283, 1867.
KŒRNICKE.— *Monographiae Marantacearum prodromus. T. I.*— Moscou, 1869.
DAUBE.— *Ueber Curcumin, den farbstoff der Curcumawurzel*. — *Ber. d. deutsch. chem. gess.* Berlin, 1870.
KAKLER.— *Notizen über das Curcumin*. — Id. p. 713, 1870.
VAN THIEGEM.— *Recherches sur la structure du pistil et l'Anatomie comparée de la fleur* p. 138, 1871.
BOCQUILLON.— *Manuel d'histoire naturelle médicale*, p. 690, 1871.
G. PLANCHON.— *Traité des drogues simples d'origine végétale*.— T. I. p. 619, 1875.
EICHLER.— *Blütendiagramme*.— T. 1., p. 169.— Leipzig, 1875.
GUIBOURT ET PLANCHON. — *Histoire naturelle des drogues simples*.— T. II., p. 198, 1876.
LE MAOUT ET DECAISNE.— *Traité général de Botanique*, p. 570, 1876.
DE BARY.— *Vergleichende anatomie der vegetationsorgane der phanerogamen un farne*, 1877.

FLUCKIGER ET HANBURY. — *Histoire des drogues simples d'origine végétale*. T. II, p. 421, 1878.

THRESH. — *Proximate analysis of the rhizome of zingiber officinale*. — Pharmac. journ. and. Transact., p. 171, 1879.

E. ZACCHARIAS. — *Ueber secret-behalter mit Verkorkten membranem*. — Botan. zeit., p. 616, 1879.

A. MEYER. — *Ueber die rhizome der officinellen Zingiberaceen*. – Archiv. der Pharmac. — XV, p. 401, 1881.

JAHNS. — *Ueber das Kampferid*. — Berich. Deutch. Chem. Gessels. — T. XIV., 1881.

L. DURAND. — *Etude sur le Zingiber officinale et sur les rhizomes de Gingembre employés en médecine*. — Thèse 1881.

THRESH. *Further contributions to the chemistry of the rhizome of zingiber officinale*. — Pharm. journ. and. transact., p. 721, 1882.

JACKSON ET MENKE. — *On certain substunces obtained from Turmeric*. — The chemical news. XLVI, p. 61, 1882. — *Turmeric oil. Turmerol*. — American chemist journal. — IV, p. 368, 1882.

HUSEMANN ET HILGER. — *Die Pflanzenstoff*, p. 420, 1882.

HANAUSEK. — *Ueber eine neue Ingwersorte*. — Ztschr d. osterr. apothekervereins, p. 465, 1883.

FLUCKIGER. — *Pharmacognosie des Pflanzenreichs*, 1883.

BENTHAM ET HOOKER. — *Genera plantarum*. — III., p. 636, 1883.

JORDAN. — *Note on galangal*. — Pharmac. journ. and transact., p. 8, 1883-84.

DERSELBE. — *Ueber den blütenbau der Zingiberaceen*, 1884.

BAILLON. — *Traité de botanique médicale*, p. 1423, 1884.

DUCHARTRE. — *Éléments de botanique*, p. 1123, 1885.

DYMOCK. — *Matiera medica*, p. 772, 1885.

SOUBEYRAN ET REGNAULD. — *Traité de Pharmacie*. — T. I., p. 358, 1885.

HANAUSEK. — *Besitzt die Galgantwurzel ein Korkgewebe ?* — Pharmac. centrahalle, p. 2, 1885.

DE LANESSAN. — *Histoire naturelle médicale*. — T I., p. 1066, 1885.

WATSON. — *Siam Ginger*. – Pharmac. journ, and transact., p. 127, 1886.

THOMPSON. — *Turmeric root and its colouring matter*. — Pharmac. journ. and Transact., p. 123, 1886.

CAUVET. — *Élements de matière médicole*. — I, p. 453, 1886.

WESTERMAIER. — *Neue beiträge zur kentniss der physiologie bedeutung des gerbstoffs in den Pflanzengeweben*, 1887.

TH. DURAND. — *Index generum phanerogamorum*. — p. 405, 1888.

ENGLER ET PRANTL. — *Die naturlichen Pflanzenfamilien*. — Liv. 21, 1888.

G. KRAUS. — *Grundlinien zur einer physiologie des Gerbstoffs*, 1889.

Reinitzer.— *Bemerkungen zur physiologie des Gerbstoffs.* Berichte d. deutsch. Botan. gesells. — T. VII, 1889.

Busgen.— *Beobachtungen über das verhalten des Gerbstoffs in den Pflanzen* Jenaische Zeitsch. für Naturwissen. *Bd. XXIV*, 1889.

Geissler et Moeller. — *Real Encyclopédie.* — T. I, II, III, IV, VI et X, 1891.

Bokorny. — *Notiz uber das Vorkommen des gerbstoff.*— Berich. d. Deutsch. Botan. gessells, VII, 1890.

Simmonds. — *Commerce et usages du Gingembre.* — American journal of Pharmacy, 1891.

A. Meyer.— *Wissenschaftliche drogenkunde.* Zweiter teil.— p.55, 1892.

J. Riégel. — *Sur l'oléo-résine du Gingembre.*— Journal de Pharmacie et Chimie.— p. 190, 1892.

Moeller.— *Pharmakognostischer Atlas.*— 1892.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Légende générale.

ep — Epiderme.
s — Suber.
p.c — Parenchyme cortical.
en — Endoderme.
pe — Péricycle.
f.s — Fibre scléreuse.
l — Liber.
b — Bois.
f.l.l — Faisceau libéro-ligneux.
t.c — Tissu conjonctif.
c.t — Cellule à tannin.
c.h — Cellule à huile essentielle.
c.c — Cellule à curcumine.
f.p — Fibre péricyclique.
h.p — Hypoderme.
s.t — Stomate.
p.l — Parenchyme lacuneux.
p.o — Poil.

Planche I.

Fig. 1. — *Zingiber officinale.* — Vue d'ensemble d'une coupe transversale du rhizome.

Fig. 2 et 3. — Coupe transversale et longitudinale du rhizome, montrant la répartition des cellules sécrétrices à huile essentielle *c.h.* (Pour la clarté du dessin, les grains d'amidon ne sont pas figurés).

Fig. 4. — Coupe transversale d'un faisceau libéro-ligneux, avec des cellules tannifères *c.t* adjacentes au vaisseau

Fig. 5. — Amidon de gingembre (vu de face et de côté).

Fig. 6. — Cristaux d'oxalate de chaux que l'on observe disséminés dans tous les parenchymes.

Fig .7.— Fibres scléreuses fortement grossies avec leurs cloisons transverses.

Planche II.

Fig. 8. — *Zingiber officinale.* — Coupe transversale d'une jeune tige à sa base. Le péricycle *pe* est en voie d'épaisissement.

Fig. 9. — Coupe transversale d'une racine dans sa partie moyenne. L'endoderme *en* est épaissi en fer à cheval.

Fig. 10. — Coupe transversale d'une feuille au niveau de la nervure principale.

Fig. 11. — *Costus villosus.* — Coupe transversale d'une tige montrant le péricycle *pe* fortement sclérifié et la disposition assez régulière des faisceaux du parenchyme cortical.

Planche III

Fig. 12. — *Curcuma longa.* — Coupe transversale du rhizome avec ses nombreuses cellules à curcumine *c.c* et ses cellules à essence *c.h.*

Fig. 13. — *Curcuma zedoaria.* — Coupe transversale du rhizome.

Fig. 14. — *Costus villosus.* — Coupe transversale d'une feuille dans laquelle on remarque la présence de deux hypodermes *h.p*, et de poils unicellulaires à la face inférieure seule.

Fig. 15. — *Hedychium gardnerianum.* — Coupe transversale d'une feuille, montrant ses cellules tannifères *c.t* nettement localisées dans l'assise hypodermique. Les cellules à essence *c,h.* sont au contraire disséminées dans le parenchyme chlorophyllien.

Planche IV.

Fig. 16. — *Alpinia galanga.* – Coupe transversale du rhizome avec ses cellules tannifères *c t* isolées, et répandues dans tous les

parenchymes ; les cellules à huile essentielle *c.h* sont petites et peu nombreuses.

Fig. 17. — Coupe longitudinale du même rhizome montrant les cellules tannifères *c.t* disposées en séries.

Fig. 18. — Grains d'amidon.

Fig. 19. — Cellules sclérifiées dont les parois sont canaliculées (d'après Moeller).

Fig. 20. — Coupe transversale d'une feuille intéressant la nervure centrale. Les tannifères *c.t.* sont en petit nombre.

Fig. 21. — *Curcuma leucorrhiza.* — Coupe transversale d'une racine développée en forme de tubercule. Les faisceaux se sont écartés tangentiellement l'un de l'autre.

TABLE DES MATIÈRES

VU BON A IMPRIMER :

Le Directeur de l'Ecole,

Président de la Thèse,

G. PLANCHON.

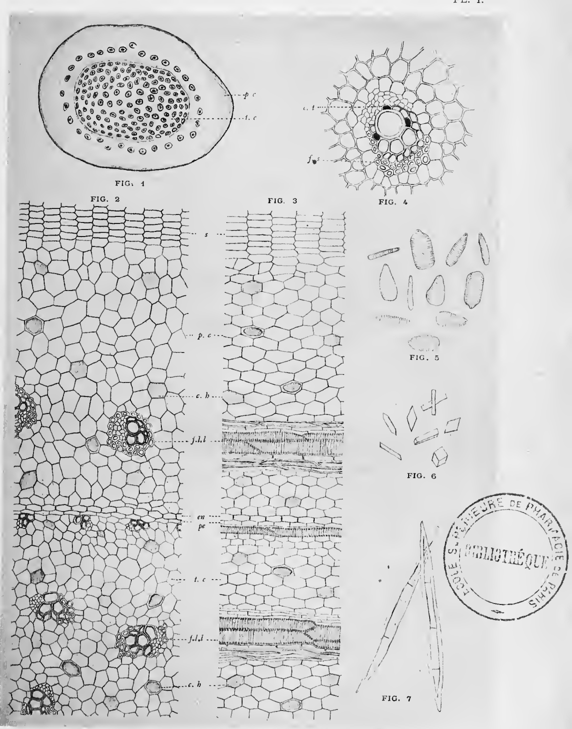
VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

GRÉARD.



Lons-le-Saunier. — Imprimerie Lucien Declume.



J. BARTHELAT, del

Phot J. ROYER, Nancy.

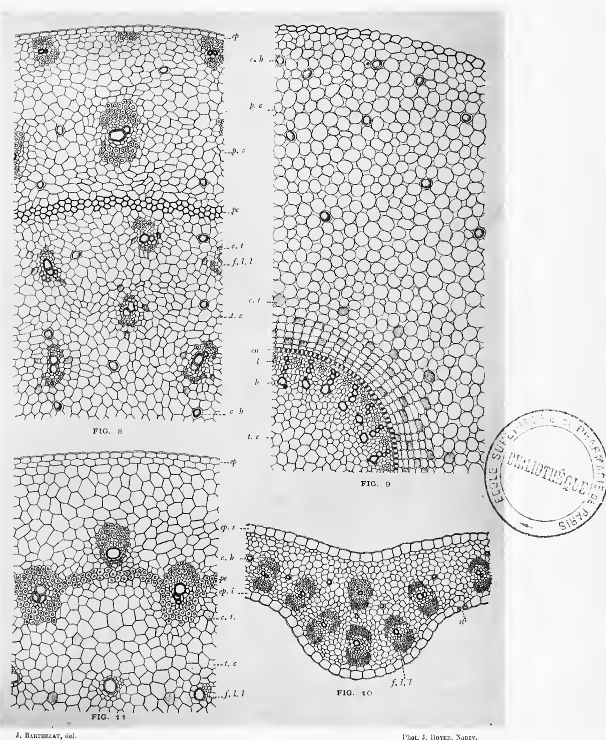


FIG. 8

FIG. 9

FIG. 10

FIG. 11

J. BARTHELAT, del.

Phot. J. ROYER, Nancy.

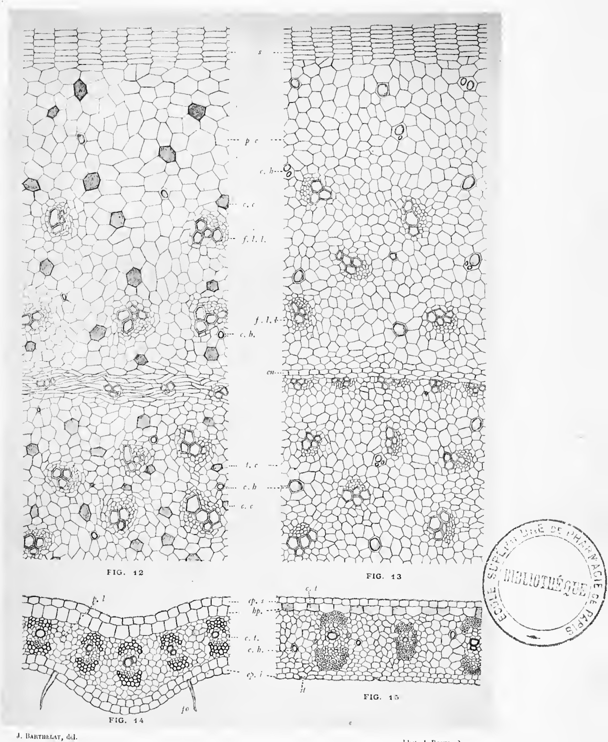


FIG. 12

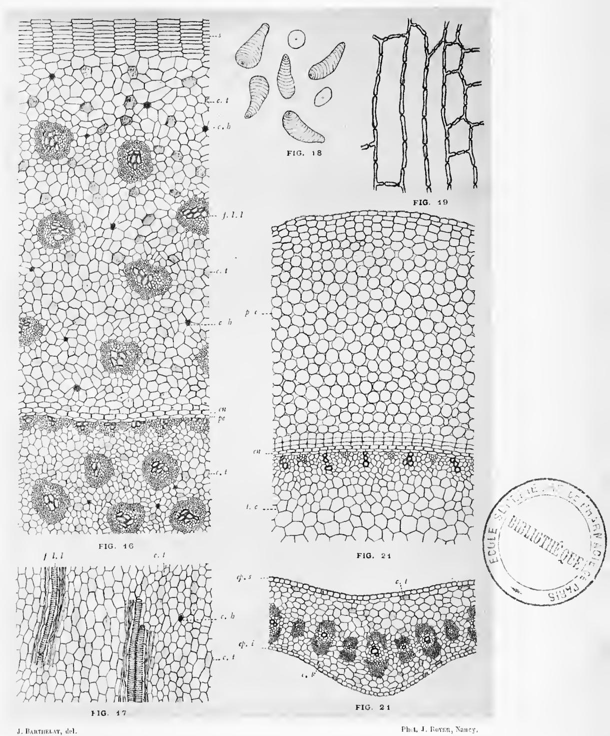
FIG. 13

FIG. 14

FIG. 15

J. Barthelat, del.

Phot. J. Royer, Nancy.



J. Barthelat, del.

Phot. J. Royer, Nancy.